GLOBO

Descobrir

UMA AVENTURA NO MUNDO DA CIÊNCIA

OS OCEANOS

1

FICHAS SOBRE:

- Mísseis no mar
- O temível tubarão-branco
- Riquezas submersas
- Surgimento dos oceanos
- A força dos mares
- Exploração submarina

E MAIS:

MODELO DE UM PORTA-AVIÕES

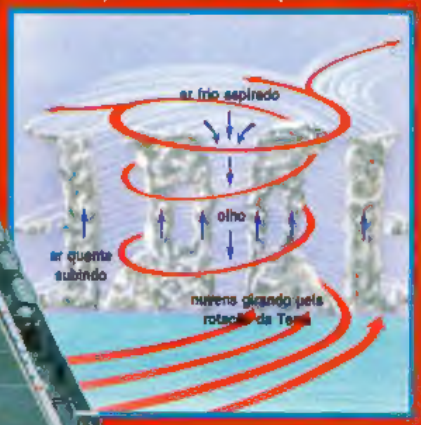
TRÊS PROJETOS

POSTER: O TUBARÃO-BRANCO

Descobrir

UMA AVENTURA NO MUNDO DA CIÊNCIA

Guerra no mar:
navios, submarinos, mísseis



Como se formaram os oceanos?

Robôs no fundo do mar

O temível tubarão-branco

Mares violentos, uma força indomável

Exploração submarina

Jazidas submersas

EDITORA GLOBO

OS OCEANOS 1

Descobrir

SUMÁRIO 1

PLANETA TERRA

O COMEÇO 1-2

O nascimento dos oceanos — a plataforma continental — ilhas vulcânicas — montanhas submersas

OS MARES VIOLENTOS 3-4

Fúria dos ventos e força das ondas — anatomia de um furacão — o Triângulo das Bermudas — trombas-d'água

OS SERES VIVOS

O TERROR DOS MARES 1-2

O grande tubarão-branco — a escolha da vítima — o pior ataque em massa — ficha dos tubarões — o homem que sobreviveu a um ataque

TECNOLOGIA

ARMAS NO MAR 1-4

Mísseis "roça-ondas" — rastreando o Exocet — o Seawolf — a classe *Nimitz* e o *Invincible* — o Polaris

O FUTURO

EXPLORANDO AS PROFUNDEZAS 1-4

Os mergulhadores — como funciona o aqualung — os riscos do mergulho — mergulho de saturação e atmosférico — submersíveis — robôs — investigando o *Titanic* — traje de "astronauta" do mergulhador

ENERGIA E RIQUEZAS

A RIQUEZA DOS OCEANOS 1-4

Minérios sob o mar — exploração dos recursos oceânicos — medicamentos do fundo dos mares — poluição, o grande dilema da humanidade — a caça às baleias — a maior riqueza do mar

Capa O HMS *Invincible*, porta-aviões leve inglês.
Foto Richard Cooke.

DESCOBRIR é uma obra em fichas colecionáveis em arquivos. O primeiro arquivo é fornecido gratuitamente com a edição nº 1.

Fichas: Suas margens externas têm cores que identificam as respectivas seções. Ao todo, são seis seções: Os Seres Vivos, Planeta Terra, Tecnologia, Energia e Riquezas, O Futuro e Fronteiras do Espaço. A numeração das fichas, nos respectivos rodapés, é interna a cada uma das áreas.

Projetos: Aparecem em folhas soltas, cuidadosamente graduados segundo sua dificuldade. Antes de iniciar qualquer um deles, leia as instruções e reúna o material necessário.

Modelos: As instruções para montá-los aparecem no verso das folhas dos projetos. Se você não pretende construir o modelo imediatamente, guarde as instruções com o cartão que contém suas peças.

Data Bank: Com a edição nº 3 são fornecidos programas para computadores compatíveis Apple, PC e MSX, para a criação de um banco de dados relativo a informações divulgadas na obra. Periodicamente, os dados que alimentarão esse banco serão fornecidos no verso da folha de projetos.

A Grande Aventura: Jogo de perguntas e respostas baseado no conteúdo dos fascículos. Com a edição nº 3 são fornecidos o tabuleiro do jogo, os marcadores e o primeiro conjunto de fichas. Periodicamente serão distribuídos os demais conjuntos de fichas.

Poster: Um poster gigante colorido acompanha a maioria das edições. São fotos ou ilustrações sempre ligadas ao tema abordado nas respectivas edições.

GLOBO

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
Roberto Irineu Marinho
João Roberto Marinho
José Roberto Marinho
Ricardo A. Fischer

DIRETORIA
Ricardo A. Fischer
Fernando A. Costa
Flávio Barros Pinto
Humberto Navarro
José Antonio Soler

DIVISÃO DE FASCÍCULOS E LIVROS
Diretor
Flávio Barros Pinto

Editorial: Sandra R. F. Espilotro (editora), Anibal dos Santos Monteiro (editor de arte), Agostinho Maciel (assistente de arte), Bonifácio D. Miranda (produção editorial), Edenir da Silva (assistente de redação). Colaborador: Página Viva Editorial e Informática (tradução e edição de texto)
Produção: Danilo Borges (gerente), Luciano S. Goulart (supervisor), Nelson Morell (coordenador), Zita S. R. Arias (assistente)
Marketing: Heitor de Souza Paixão (diretor), Luiz Magalhães Neto (supervisor de produto)
Administração: Arildo Silva (diretor), José Carlos Lodeiro Novas (assistente de planejamento e controle orçamentário)
Gerente de Circulação: Wanderley Américo de Medeiros
Gerente de Promoções: Wilson Paschoal Jr.
Gerente de Assinaturas: Ubirajara Romero
Assessoria de Comunicação: Mauro Costa Santos (diretor)
Serviço de Apoio Editorial: Antonio Carlos Marques (gerente)

NÚMEROS ATRASADOS
Os exemplares atrasados poderão ser adquiridos, a preços atualizados, até seis meses após a publicação de cada fascículo. Escolha entre as opções abaixo.
1. Nas bancas
Através de seu jornaleiro.
2. Pessoalmente
Basta dirigir-se aos seguintes endereços:
São Paulo - Pça. Alfredo Issa, 18 - Centro
Fones: (011) 228-1841 e 229-9427
Rio de Janeiro - Rua Teodoro da Silva, 821 - Grajaú
Fones: (021) 577-4225 e 577-6855 (r. 204)
3. Por carta
Solicite por carta endereçada à
Fernando Chinaglia Distribuidora S.A.
Rua Teodoro da Silva, 821 - Grajaú
CEP 20563 - Rio de Janeiro, RJ.
O atendimento é feito por via postal.

Copyright © 1989 by Marshall Cavendish Ltd.
Copyright © 1990 by Editora Globo, para a língua portuguesa, em território brasileiro.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em computador ou transmitida de qualquer forma e por quaisquer meios, eletrônicos, mecânicos, por fotocópia, gravação ou outros, sem a permissão expressa e escrita do titular dos direitos autorais.

Editora Globo S.A.
Rua do Curtume, 665, CEP 05065, São Paulo
Telex (011) 54071, SP, Brasil.
Distribuidor exclusivo para todo o Brasil:
Fernando Chinaglia Distribuidora S.A.
Rua Teodoro da Silva, 907, CEP 20563, Rio de Janeiro, RJ.

Impressão: Cochrane S.A. A. Santiago, Chile

ISBN 85-250-0760-9 (Obra completa)
ISBN 85-250-0761-7 (Volume 1)

O COMEÇO

Geoscience Features Picture Library

OS OCEANOS NASCERAM do incandescente interior da recém-formada Terra. O vapor de água desprendido juntamente com gases, em grandes erupções vulcânicas, resfriou-se e caiu como chuva contínua sobre as rochas. E essa água se acumulou em enormes cavidades da crosta terrestre. Surgiam assim, há 4 bilhões de anos, os primeiros oceanos.

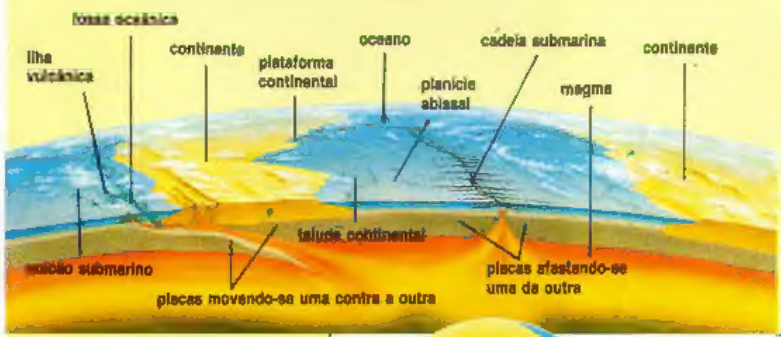
O fundo do mar revela um cenário de montanhas, vales e planícies maiores do que quaisquer encontrados na superfície da Terra.

Ao avançar oceano adentro, um continente continua a descer até 200 metros abaixo do nível do mar: essa é a plataforma continental, cuja borda define os limites efetivos daquele continente.

Além da borda projeta-se uma íngreme inclinação, chamada talude conti-

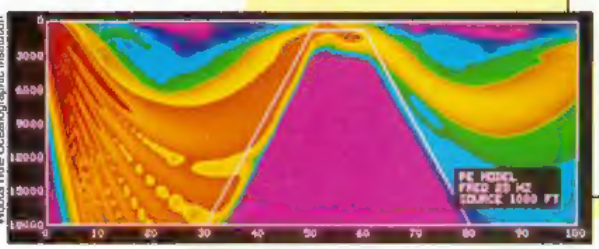
Violentos jatos de fogo e enxofre irrompem de um vulcão, numa impressionante lembrança das origens dos oceanos. Então recém-formada, a fina crosta da jovem Terra permitiu, do mesmo modo, gigantescas erupções de gás quente vindo do interior. O vapor de água condensado caiu como chuva torrencial e formou os primeiros rios e oceanos, há bilhões de anos.

A TECTÔNICA DAS PLACAS



O leito oceânico repousa na crosta terrestre. Este corte do planeta mostra a crosta formada de placas, cujo movimento se explica pela teoria da tectônica.

Por computação gráfica, emissões sonoras geram o perfil de uma montanha submarina de mais de 4,5 quilômetros de altitude. Ao irromper entre duas placas, o magma solidifica-se e se transforma em rocha, num processo que, ao longo de milhares de anos, origina uma montanha.



Woods Hole Oceanographic Institution

Há cerca de 200 milhões de anos existia apenas um supercontinente, a Pangéia. Com o deslocamento das placas, partes da Pangéia separaram-se e formaram os cinco atuais continentes.

Jeremy Gower

RECIFES DE CORAL E ILHAS VULCÂNICAS

Em torno de ilhas vulcânicas formam-se com freqüência recifes de coral. Bilhões de corais estabelecem a estrutura desses recifes, cujos espaços são então preenchidos por esqueletos de vários seres marinhos. Ao longo de milhares de anos, à medida que o nível do mar sobe, ou que o seu leito afunda sob o peso de sedimentos, a ilha vulcânica pode submergir lentamente. Contudo, mais coral continua a se depositar sobre o coral morto. Só um grupo circular de ilhas, um atol, permanece na superfície. Mas ele continua ligado, pelo coral morto, ao vulcão submerso.

Kuoni Travel

nental, que mergulha mais 3 mil metros. Daí em diante, a encosta torna-se bem mais suave: é a planície submarina, que vai finalmente nivelar-se na faixa dos 4 mil aos 6 mil metros, onde passa a ser chamada de planície abissal. Esse é o leito do oceano, a base a partir da qual, em última análise, todas as terras se erguem.

Em movimento

Essa base é feita de seis grandes placas e muitas outras, menores. Cada placa tem cerca de 100 quilômetros de profundidade e flutua num berço de rocha quente, semilíquida, chamada magma. Devido ao lento movimento do magma, as placas podem se deslocar até 15 centímetros por ano. Esse processo é explicado pela teoria da tectônica das placas.

No leito do oceano, as bordas das placas caracterizam-se principalmente por cadeias de montanhas ou por fossas. Quando duas placas se movem afastando-se uma da outra, o magma do interior da Terra passa sob pressão e preenche aquele espaço. Ao entrar em contato com a fria água do oceano, solidifica-se, formando novas rochas. Esse processo, conhecido como expansão do leito oceânico, lentamente vai afastando os continentes até 10 centímetros por ano. Ao longo de milhões de anos, as novas rochas acabam compondo cadeias de montanhas submarinas, que se estendem em meio a todos os grandes oceanos.

O oposto da expansão, a retração do oceano, ocorre quando duas placas se movem em direção contrária e colidem. Uma é empurrada para baixo da outra, formando-se desse modo uma fossa oceânica.

Na fossa das Marianas, 2.575 quilômetros a leste das Filipinas, no Pacífico, a profundidade chega a 11.034 metros — mais que o dobro da média do leito do oceano. Trata-se da mais funda fossa oceânica do planeta.

Quando duas placas lentamente se atritam uma contra a outra, pode acontecer de se unirem. Se eventualmente se soltam, o movimento súbito é sentido como um tremor, que pode provocar um terremoto.

Em 1985, um terremoto que começou 64 quilômetros ao largo da costa mexicana do Pacífico provocou destruição generalizada numa região do país, matou 45 mil pessoas e fez muitos navios desaparecerem sem deixar vestígio.

Terra, fogo, água

A força e o calor formidáveis produzidos com o rebaixamento da borda de uma placa às vezes enfraquecem a superfície do leito do oceano, a ponto de permitir que o magma irrompa por ali. Em conseqüência, podem-se constituir cadeias de vulcões ao longo de uma fossa. Picos de muitos desses vulcões emergem do mar, sob a forma de ilhas vulcânicas.

Encontram-se ilhas vulcânicas nos mais inesperados lugares. As ilhas Havaí — muitas das quais são vulcões ativos — repousam no meio da placa do Pacífico. Ali, o chamado "círculo de fogo" da Terra está constantemente em erupção magmática. Quando a placa se move sobre essa área, forma-se uma cadeia de ilhas vulcânicas.

O PLANETA DAS ÁGUAS

Vista do espaço, a Terra apresenta como uma de suas características mais notáveis o fato de ter a maior parte de sua superfície recoberta de água. Juntos, os cinco oceanos — Pacífico, Atlântico, Índico, Ártico e Antártico — cobrem cerca de 70 por cento de nosso planeta. O astronauta tem uma estrutura semelhante: a água constitui 66 por cento de seu peso.

NASA

INCRÍVEL

GALGANDO AS PROFUNDEZAS

A MAIS ALTA MONTANHA DO MUNDO FICA NO HAVAÍ. MAUNA KEA ELEVA-SE 10.203 M ACIMA DO LEITO DO PACÍFICO. SOBRE A TERRA, O EVEREST, QUE TEM "APENAS" 8.863 M, PERDE LONGE!

Paul Raymonde

TEMPESTADES NO MAR
ONDAS DEVASTADORAS
FURACÕES

OS MARES VIOLENTOS

Planet Earth Pictures/La Roy F. Grannis

Ondas gigantes são o sonho de qualquer surfista. Mas mesmo elas são pequenas, se comparadas às de um maremoto, que podem chegar a alturas de mais de 30 metros. Estas, quando atingem o litoral, provocam mortes e destruição.

UMA TEMPESTADE NO MAR pode ser fascinante — desde que vista de uma distância segura, é claro. Quando é muito forte, o vento, ao passar pela superfície do mar, faz com que surjam ondas enormes, que vão ampliando sua força enquanto se deslocam, até se quebrarem ao encontrar um obstáculo.

Nem todas as ondas têm a mesma altura, já que raramente o vento sopra a uma velocidade constante. Quando ele cessa, o comprimento das ondas se mantêm, mas a altura decresce gradualmente. Não encontrando obstáculos em seu caminho, elas podem se deslocar por grandes distâncias.

Quando se juntam, ondas criadas em diferentes lugares provocam um confuso estado no mar. Uma tempestade com essas características pode criar sérios problemas para as embarcações, alagando-as e até despedaçando-as pela violência da água que cai sobre elas.

A força de uma onda só se revela por inteiro quando ela atinge o litoral. Ao encontrar a terra, sua parte inferior perde velocidade, mas o vento mantém a parte superior no mesmo ritmo. A onda se torna mais alta, começa a se dobrar e finalmente quebra.

Em costas íngremes, as ondas não têm tempo para perder velocidade. Subitamente, seu caminho é barrado e elas explodem contra os rochedos com tremenda força — não é incomum que esta atinja 100 toneladas por metro quadrado.

Destruição giratória

Ventos acima de 115 quilômetros por hora podem destruir o que estiver em seu caminho. Conhecidos como furacões no Atlântico, tufões no Pacífico Norte e ciclones no Índico e na região da Austrália, esses vendavais começam quando blocos dispersos de nuvens de borrascas tropicais se agrupam numa espiral em redemoinho criada pela rotação da Terra. No centro da espiral fica uma coluna de baixa pressão, o olho do vendaval.

Devido à baixa pressão, o ar ao redor é sugado com grande força pela espiral, originando ventos violentos, que, por sua vez, criam ondas enormes no mar, de efeitos devastadores.

Os furacões podem durar até dez dias. Embora se possa prever sua rota, comumente ocorrem desvios inesperados.

A tromba-d'água é outro exemplo de mar afetado pelo ar circundante. Essa espécie de "furacão líquido" ocorre quando uma massa de ar quente, deslocando-se da superfície do mar para o alto, cria uma espiral cuja coluna central de baixa pressão forma um redemoinho de água.

Quando um sistema de baixa pressão passa muito rápido pelo mar, o ní-

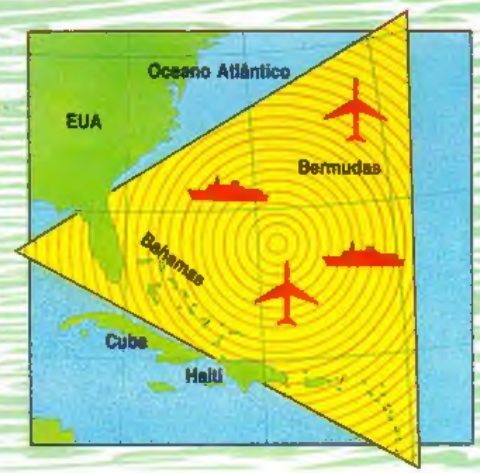
ONDAS DE CHOQUE

Alan Saithe

Os maremotos ocorrem principalmente no oceano Pacífico, em especial no "cinturão dos terremotos", ao largo do Japão. O Sistema de Alerta contra Maremotos, que tem sua central de operações em Honolulu, no meio do oceano, monitora a atividade de tremores marítimos e, quando detecta a iminência de um maremoto, previne todos os países do Pacífico.

O TRIÂNGULO DAS BERMUDAS

Conhecido também como "Triângulo da Morte" e "Cemitério do Atlântico", o Triângulo das Bermudas é uma área ao largo da costa leste dos EUA, em torno das Bermudas, na qual mais de mil pessoas, bem como muitos navios e aviões, desapareceram misteriosamente. Segundo as lendas, uma atividade extraterrestre, ou mesmo da suposta Cidade Perdida de Atlântida, seria responsável por essas perdas. Mas a pesquisa científica demonstra que a maior parte dos acidentes teve causas naturais.



Planet Earth Pictures/Ian Kent

Após um ciclone, a vida retorna ao normal em Hong Kong. Os efeitos podem ser devastadores, não apenas em danos materiais mas também em perdas de vidas. Em 1970, um ciclone matou em Bangladesh um milhão de pessoas.

vel da água subitamente cai, e então sobe. Criam-se desse modo grandes ondas, que podem inundar enormes áreas se atingirem a terra — é o fenômeno conhecido como ressaca.

Maremotos

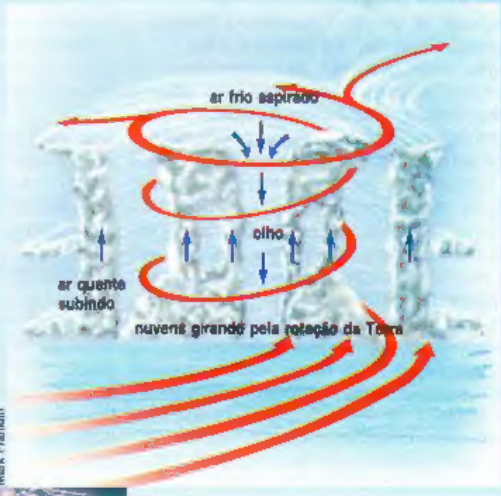
Ainda mais assustadores do que mares bravios são os maremotos, causados por terremotos e erupções vulcânicas no leito dos oceanos.

Ao longo das cadeias de montanhas submersas, onde a crosta terrestre é fina e quente, ocorrem terremotos, dos quais os maiores acontecem junto às linhas de colisão das placas tectônicas. Um terremoto desse tipo ergue o leito oceânico, que se dobra e desmorona, gerando tremores que subitamente deslocam toda a massa de água existente entre o leito e a superfície do mar. À medida que os tremores vão se irradiando, o maremoto varre o oceano a espantosas velocidades de até 720 quilômetros por hora.

No início, o maremoto é bem pequeno e não chega a ser percebido na superfície do mar. Contudo, ao se aproximar de águas mais rasas, tem sua velocidade reduzida pelo atrito com o leito do mar. Com isso, a altura das ondas cresce e elas se transformam numa grande parede de água com um pavoroso poder de destruição, atingindo a linha costeira com força brutal. Embarcações são atiradas às praias, a terra fica inundada e casas são destruídas. O mais alto maremoto ocorreu ao largo do sudoeste do Alasca, em 1964: as ondas atingiram 67 metros de altura.

O OLHO DO FURACÃO

Tony Stone Worldwide



O olho de um furacão, seu aparentemente calmo e silencioso centro, pode ser visto do espaço com muita nitidez. Quando nuvens de tempestade se agrupam em espiral *(acima)*, o ar quente sobe, enquanto a massa de baixa pressão, no centro, aspira ar mais frio e mais pesado.

O TERROR DOS MARES

EM JANEIRO DE 1981, UM cargueiro israelense afundou no célebre Triângulo das Bermudas. Conta um dos tripulantes que, quando os marujos se debatiam nas águas, um cardume de grandes peixes avançou em direção a eles. Vinte e cinco marinheiros morreram. E o pessoal que fez o resgate conta que arrancou corpos mutilados das presas de um bando de tubarões ferozes.

Frio, decidido e persistente quando procura alimento, o grande tubarão-branco caça solitário ou em cardumes e, para satisfazer seu enorme apetite, come praticamente qualquer coisa. Do estômago de tubarões mortos já se retiraram leões-marinhos, lontras-do-mar, peixes e golfinhos.

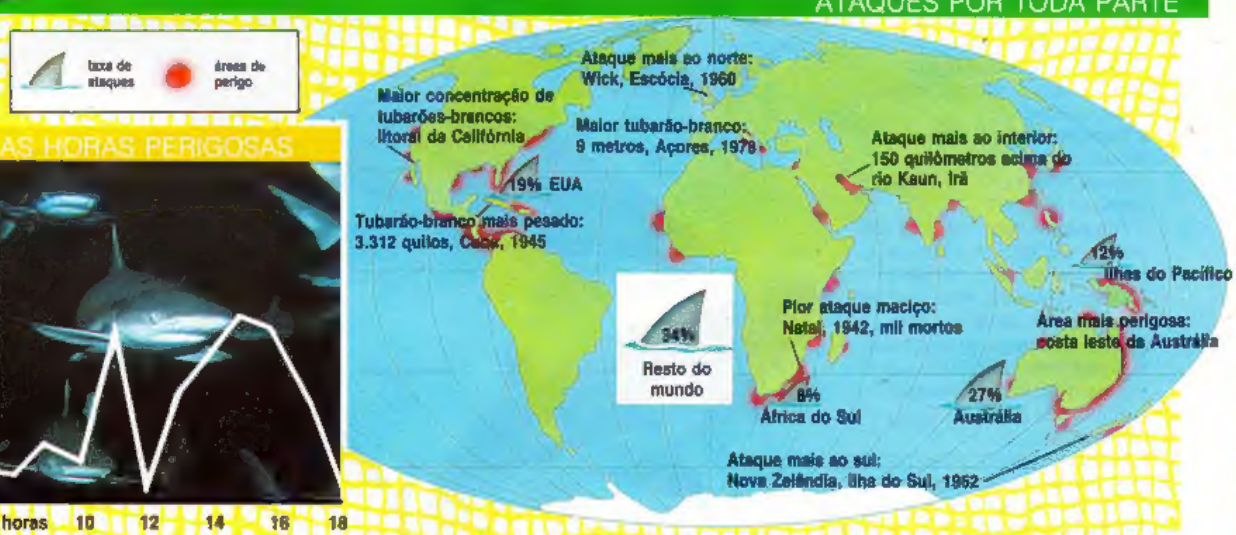
Todos os sentidos do tubarão-branco são apurados para perseguir as vítimas. Ele tem excelente olfato e boa visão, e pode até detectar os mais leves sinais elétricos e de pressão vindos de sua caça. Selecionado o alvo, arremete velozmente contra a presa. Focinho para cima, mandíbulas escancaradas, faz o primeiro ferimento na presa e então geralmente se afasta por um breve momento, retornando depois para os golpes fatais.

As formidáveis mandíbulas do tubarão-branco.

Gigantes dos mares

Em regra, os tubarões-brancos atingem até 4,5 metros de comprimento, mas já se capturaram exemplares de maior porte. As fêmeas são maiores que os machos: uma de 6,4 metros, capturada no litoral cubano, pesava 3.312 quilos, um recorde até hoje não batido. Media espantosos 4,5 metros de circunferência e só pôde ser arrastada até a praia pela força de vários caminhões.

ATAQUES POR TODA PARTE



Mark Franklin

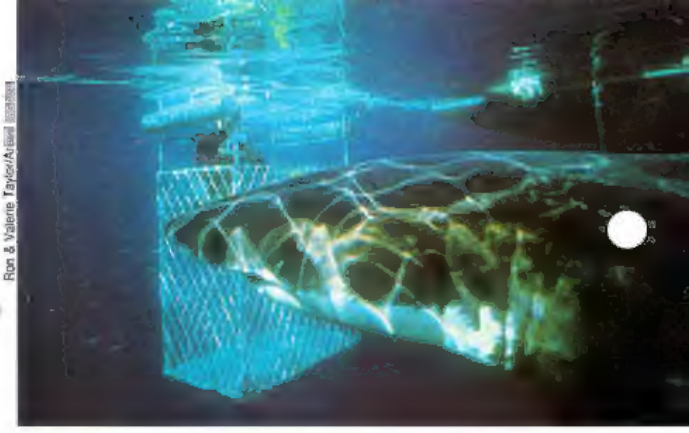
AS HORAS PERIGOSAS

Ron & Valerie Taylor/Ardea London

P. Morris/Ardea London

Não se sabe se a incidência de ataques ao homem, em certos horários, reflete hábitos alimentares dos tubarões ou apenas maior exposição dos banhistas.

A maior parte dos ataques de tubarões ocorre onde os banhos de mar são habituais. Trinta por cento dessas investidas são letais. E esse índice chega a surpreendentes 60 por cento quando se trata de águas européias. Há uma média de 28 ataques registrados por ano, mas, segundo estimativas, o número real chega perto de cem.


Ron & Valerie Taylor/Ardea London

Fotografar o maior devorador do homem não é tarefa para medrosos. Com suas presas serrilhadas e suas mandíbulas poderosas, o grande tubarão-branco pode muito bem rasgar uma gaiola de ferro.

Estima-se que alguns tubarões-brancos, que conseguiram escapar de seus pescadores, tinham mais de 11 metros de comprimento.

Uma injusta reputação

Existem tubarões na Terra há 400 milhões de anos. Fósseis indicam que exemplares das espécies primitivas chegavam a medir 30 metros de comprimento. Seus descendentes tornaram-se um diversificado grupo de 344 espécies, das quais poucas se ajustam à imagem de ferozes devoradoras dos seres humanos.

Além do tubarão-branco, as duas espécies mais perigosas para o homem são o tubarão-tigre e o tubarão-cachorro. Este último é conhecido por seu hábito de penetrar rios para atacar suas vítimas.

Devido à fama ostentada pelo tubarão-branco de devorador do homem, não se têm feito muitas pesquisas científicas sobre essa espécie. Contudo, sabe-se com certeza que, como os demais tubarões, ele não apresenta esqueleto ósseo, mas é formado por cartilagem, um tecido resistente e flexível.

Ele se acasala de modo idêntico ao de muitos mamíferos: com seu órgão de clasper (ou pterigopódio), o macho introduz esperma na cloaca da fêmea. Algumas espécies de tubarões, entre os quais o branco, dão à luz filhotes já formados — até cem de cada vez. Outras, como o tubarão-baleia, por exemplo, põem ovos.

Encontrados em quase todos os oceanos, os grandes tubarões-brancos tendem a ser territoriais: todos os anos retornam à mesma área de alimentação.

"EU SOBREVIVI A UM ATAQUE"

Rodney Fox pescava com uma lança, quando foi atacado por um tubarão-branco. "Foi como se um trem tivesse me atropelado", conta ele. O tubarão surgiu em grande velocidade. Fox lutou contra ele, agarrado a suas mandíbulas, e conseguiu escapar. Para suturar os ferimentos, foram precisos 462 pontos.

Ron & Valerie Taylor/Ardea London

Caça ao caçador

A fama do tubarão-branco, como a criatura dos mares potencialmente mais mortífera, pode em breve desaparecer — o homem, seu grande inimigo, anda sorrateiramente à sua espreita. E, sem proteção, esse animal corre o risco de ser caçado até a extinção da espécie.

FICHA DOS TUBARÕES

1 Tubarão-tigre: Come tubarões-martelo, tartarugas e detritos. Ataca o homem. Prefere águas quentes.
2 Tubarão-baleia: O maior dos peixes (recorde: 12,65 m, no Paquistão). Pele com 10 cm de espessura.
3 Tubarão-bocarra: Somente três exemplares capturados até hoje. Descoberto em 1976, no Havaí.
4 Tubarão-branco: Ataca o homem. Encontrado em todos os mares quentes e baías pouco profundas.
5 Tubarão-martelo: Cabeça de formato bizarro. Potencialmente perigoso para o homem. Comprimento máximo: 7 m.
6 Tubarão-azul: Encontrado em mais mares do que qualquer outro. Comprimento máximo: 4 m.
7 Tubarão-elefante: O segundo maior peixe. Encontrado na maioria dos oceanos.
8 *Galeus arae*: Com comprimento máximo de 13 cm, é o menor entre todos os tubarões.

Bill Donohoe

ARMAS NO MAR

4 DE MAIO, 1982: O SHEFFIELD, destróier inglês em serviço no Atlântico Sul, sofre um impacto direto. Pouco antes, seu sistema de radares havia detectado um iminente ataque inimigo. O comandante mal teve tempo de gritar "Protejam-se!" e logo o míssil, um mortífero Exocet AMR39, atingiu o navio, abrindo um buraco no casco.

O efeito do impacto foi devastador. Vinte tripulantes morreram e a explosão que se seguiu cortou todos os sistemas de iluminação e comunicação. Em 20 segundos, tudo se transformou em chamas e rolos de fumaça negra. Em alguns minutos, o *Sheffield* estava destruído.

Os "roça-ondas"

A perda do *Sheffield* constitui um marco. Com o emprego do míssil Exocet, começava uma nova era na história das batalhas navais.

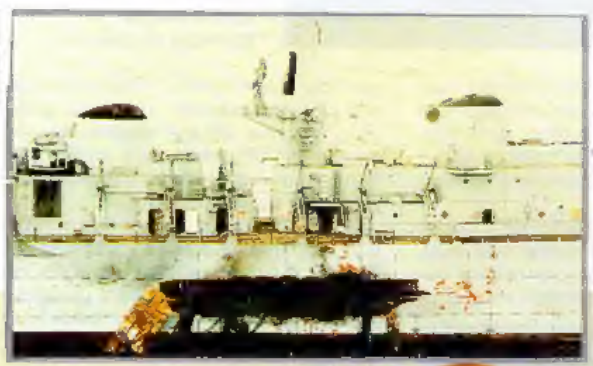
Antes de 1982, os ataques antinavio baseavam-se em mísseis que voavam alto, conduzidos por radar, e então mergulhavam como aviões sobre o alvo. Depois, eles seriam ultrapassados por uma nova geração, a dos "roça-ondas": ao invés de se aproximarem do alvo pelo alto, estes voam rente à superfície do mar, para evitar a detecção por radar. Apelidado de "dispare e esqueça" — após lançá-lo, o operador não precisa se preocupar com mais nada —, esse tipo de míssil encontra sozinho sua rota até o alvo.

O Exocet tem 5,2 metros de comprimento, 350 milímetros de diâmetro e 1 metro de envergadura de asas. An-

O MORTÍFERO EXOCET

FORTALEZAS FLUTUANTES

SUBMARINOS NUCLEARES



British Aerospace

Os "roça-ondas" são uma séria ameaça nas guerras navais, como prova o estrago feito no HMS Devonshire, num exercício de tiro realizado pela Marinha da Inglaterra.

Frank Spooner Pictures

Um Exocet MM40 parte rumo ao alvo. As peças que se soltam são espaçadores, que guiam e protegem o míssil em seu trajeto no lançador. Após o lançamento, não sendo mais necessários, os espaçadores são automaticamente ejetados.

POR DENTRO DO EXOCET

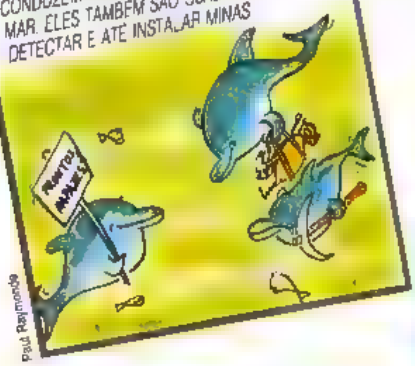
O Exocet pode voar a 1.100 quilômetros por hora, a 15 metros de altitude. Quando se aproxima do alvo, seu radar entra em ação. A ogiva, embora pequena, carrega 165 kg de hexolite.

John Houghton

INCRÍVEL

MERGULHADORES BARATOS

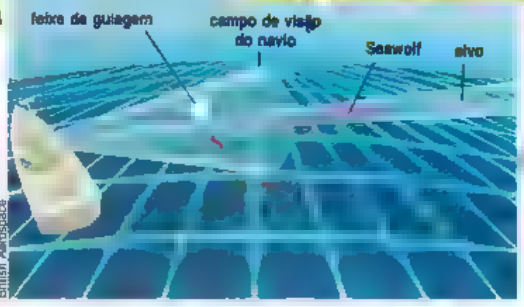
OS NORTE-AMERICANOS ESTÃO EMPREGANDO BARATOS E EFICIENTES MERGULHADORES, OS GOgolfinhos, QUE CONDUZEM MENSAGENS E FERRAMENTAS NO MAR. ELES TAMBÉM SÃO USADOS PARA DETECTAR E ATÉ INSTALAR MINAS



Paul Raymonde

O Seawolf faz parte da última geração de mísseis defensivos da Marinha inglesa. Totalmente automático e autodirigível, pode detonar a ogiva mesmo quando não atinge diretamente o alvo.

Crown



British Aerospace

O acuradíssimo método de direção usado pelo Seawolf é conhecido como Comando à Linha de Visão. Um equipamento eletrônico no navio rastreia o alvo e então o míssil é orientado rumo a ele por um feixe de comandos de guiagem

tes do lançamento, seu sistema de guiagem computadorizado é abastecido com informações como a posição e a distância do navio alvo e a altura em que o míssil deverá voar sobre o mar. Após o disparo, o motor do foguete impulsiona o Exocet a Mach 0,93 (1 140 quilômetros por hora), quase a velocidade do som. Ele desce para a altura de vôo programada e então segue rente ao mar rumo ao navio inimigo.

A 14 quilômetros do alvo, o radar do Exocet entra automaticamente em ação, detecta o alvo, calcula o desvio do navio em relação a seu curso (o alvo pode ter-se movido nos dois ou três minutos decorridos desde o lançamento do míssil) e então corrige sua rota para um impacto direto contra o barco. Se não acontecer esse impacto direto, automaticamente uma espoleta faz disparar a ogiva, perto o bastante para causar enorme estrago no alvo.

O poder de destruição do Exocet, evidenciado na Guerra das Malvinas em 1982, é igualado por muitos outros mísseis "roça-ondas" que operam de modo similar. Exemplos típicos são o israelense "Gabriel", o italiano "Otomat" (que é lançado de uma rampa de foguetes) e o inglês Sea Skua (um dos únicos "roça-ondas" lançados de helicóptero).

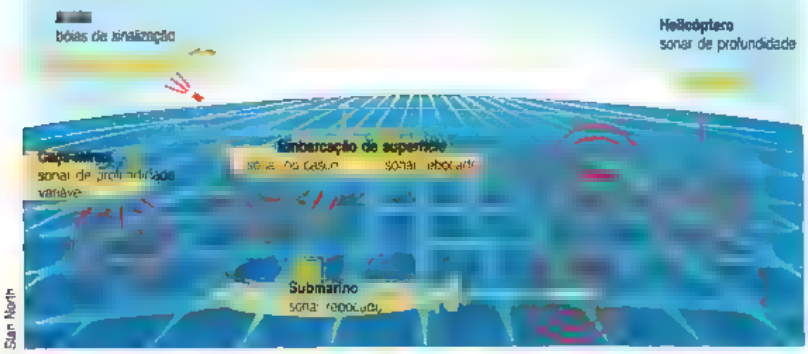
Contudo, o mais notável dos mísseis é provavelmente o soviético Shaddock SS-N-3, cujo raio máximo de ação, de 750 quilômetros, deixa bem para trás o de seus concorrentes europeus (que atingem no máximo 50 a 70 quilômetros).

ORIENTAÇÃO POR SONAR

TRH Pictures

Os operadores de sonar usam avançadas técnicas para monitorar as posições inimigas. Enquanto o radar emprega ondas de rádio, o sonar utiliza ondas sonoras de alta freqüência. Ambos são vitais nas batalhas navais modernas.

O sonar é especialmente eficiente sob a água, onde é empregado para detectar submarinos, torpedos e minas do inimigo, e pode ser igualmente eficaz quando controlado por aviões ou embarcações de superfície (mesmo navios de pesca o usam, para detectar cardumes). Abaixo, cinco possibilidades de emprego do sonar.



Stan North

Ataque de míssil!

Assim que se detecta o ataque, é essencial agir para impedir o impacto. Como o navio não pode se deslocar com rapidez suficiente para evitá-lo, a solução é "desorientar" o míssil que velozmente se aproxima — por meios eletrônicos, capazes de tirá-lo da rota — ou então destruí-lo. Neste último caso, há duas opções: canhões ou mísseis. Os norte-americanos preferem um sistema de canhões, exemplificado pelo "Phalanx", que usa radar para orientar os projetos contra o míssil.

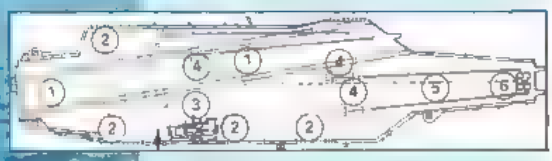
O Seawolf

Já a Marinha inglesa optou por mísseis antimísseis. Entre eles, o mais notável é o Seawolf, cuja principal qualidade é a rápida reação em caso de ataque. Milésimos de segundo após a detecção do míssil adversário pelo radar do navio, ocorre uma checagem do tipo "amigo ou inimigo". Ao mesmo tempo, a posição, a velocidade e a rota do inimigo potencial são informadas ao computador do navio, de modo que, quando se identifica uma ameaça imediata, o míssil está pronto para ser disparado.

Impulsionado por motor a combus-

FORTALEZAS FLUTUANTES

SIPA Press/Rex Features



Os enormes porta-aviões da classe *Nimitz* deslocam-se sob propulsão de dois reatores nucleares, que lhes asseguram velocidade de até 30 nós (56 quilômetros por hora). Podem permanecer em operação por treze anos sem reabastecer e são capazes de lançar seus aviões ao ritmo de três por minuto. No diagrama, **1** linhas-guia para pouso **2** elevadores dos aviões **3** radar/torre de controle **4** defletores **5** catapultas **6** número de identificação.

tível sólido, o míssil é orientado contra seu alvo por comandos de guiagem transmitidos a suas antenas. O Seawolf combate o inimigo voando a mais de Mach 2 (2 450 quilômetros por hora) – o dobro da velocidade do som – e pode efetivamente destruí-lo no ar.

Porta-aviões

Os maiores e mais sofisticados porta-aviões são os da classe USS *Nimitz*. Eles deslocam mais de 90 mil toneladas – o maior deles, o *Theodore Roosevelt*, desloca 97 mil –, têm 333 metros de comprimento e podem levar mais de 6 mil homens e mais de 90 aviões.

Outros porta-aviões são bem menores. Os modernos Kievsóvéticos deslocam cerca de 32 mil toneladas e carregam mais de 20 helicópteros e 12 aviões de decolagem vertical. Embora tenham propulsão convencional, fala-se que estão em produção versões movidas a energia nuclear.

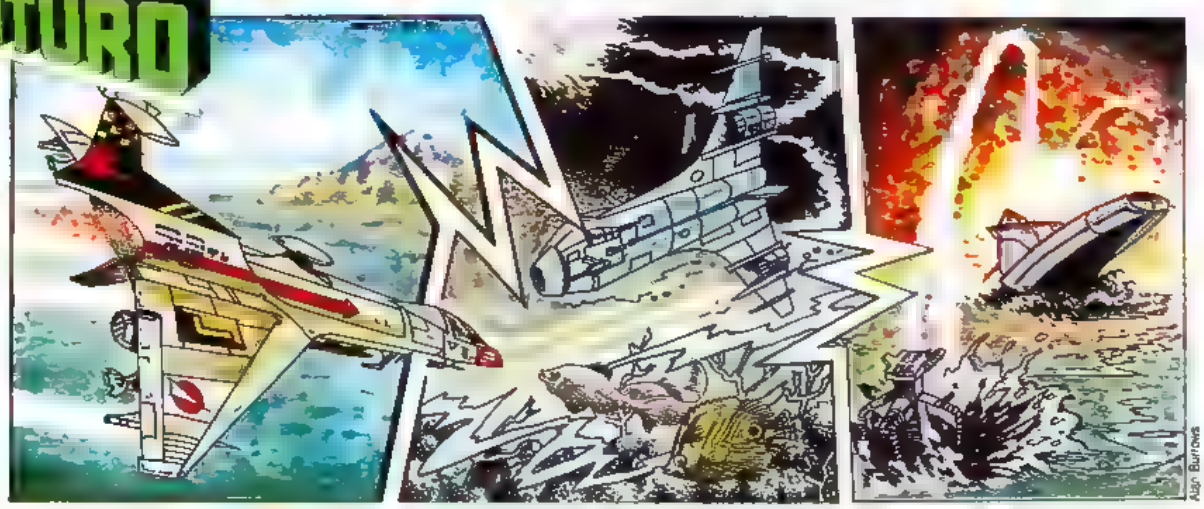
O mais famoso exemplo entre os porta-aviões britânicos é o HMS *Invincible*, conhecido por ser um dos maiores navios de guerra do mundo com propulsão a combustível líquido. Com mais de 206 metros de comprimento, ele pode carregar 950 homens e 25 aviões, e atinge a velocidade de 28 nós (52 quilômetros por hora). Deslocando apenas 16 mil toneladas, o *Invincible* reflete a recente ênfase dada aos projetos de porta-aviões leves.

Yarrow Shipbuilders

A fragata HMS Cornwall é um dos navios que garantem ampla capacidade de defesa à Marinha britânica. Projetada para o combate anti-submarino é equipada com torpedos e pode levar mísseis Harpoon e Seawolf

RUMO AO FUTURO

AERO-SUBMARINO SUPERSÔNICO



Alan Burrows

O aero-submarino, ou submarino voador é uma das mais notáveis possibilidades em termos de futuras armas navais, com potencial maior até do que os Exocet.

O aero-submarino voará rumo ao alvo e, quando estiver a algumas centenas de quilômetros dele, mergulhará na água para evitar o radar do inimigo.

Acelerando para velocidade supersônica quando chegar próximo ao alvo, ele irromperá da água e lançará sua carga letal com extrema precisão.

Os mais perigosos

No passado, a proteção de couraçados e cruzadores baseava-se em maciças blindagens de ferro. Atualmente, preferem-se a leveza e a agilidade associadas à velocidade, a sistemas de detecção eletrônica e a equipamentos antimíssil capazes de defender o navio dos mais diversos tipos de ataque.

O primeiro submarino de propulsão nuclear, o USS *Nautilus*, foi construído em 1955 e navegou 530 mil quilômetros usando apenas 5 quilos de combustível nuclear (para cobrir a mesma distância um automóvel precisaria usar 38 mil litros de gasolina). De lá para cá, esses submarinos se tornaram os vasos de guerra mais independentes, formidáveis e perigosos.

Independentes porque podem passar períodos indefinidos de tempo sem qualquer contato com o exterior (o núcleo de seu reator nuclear dura anos sem precisar de recarga). Formidáveis por causa do sofisticado equipamento que os faz funcionar. E perigosos devido a suas armas — mísseis balísticos armados com dezenas de ogivas nucleares.

Velocidade é prioridade básica do projeto dos modernos submarinos nucleares. Os mais rápidos do mundo são os soviéticos da classe Alfa, que podem atingir a velocidade máxima de 42 nós (78 quilômetros por hora). Mas existem muitos outros que chegam a mais de 30 nós (56 quilômetros por hora).

Geralmente, os submarinos nucleares se enquadram em dois tipos — os grandes SSBN (submarinos balísticos nucleares) e os pequenos "caçadores-matadores". Os SSBN transportam mísseis nucleares que podem ser disparados mesmo quando a embarcação está submersa. Levam suas ogivas a alvos que podem se localizar a milhares de quilômetros.

Os farejadores

Os "caçadores-matadores" são empregados para localizar os SSBN. São mais velozes e equipados com um sensível sonar, capaz de detectar a característica "assinatura de ruído" de outros submarinos, que eles rastreiam e, então, destroem com torpedos.

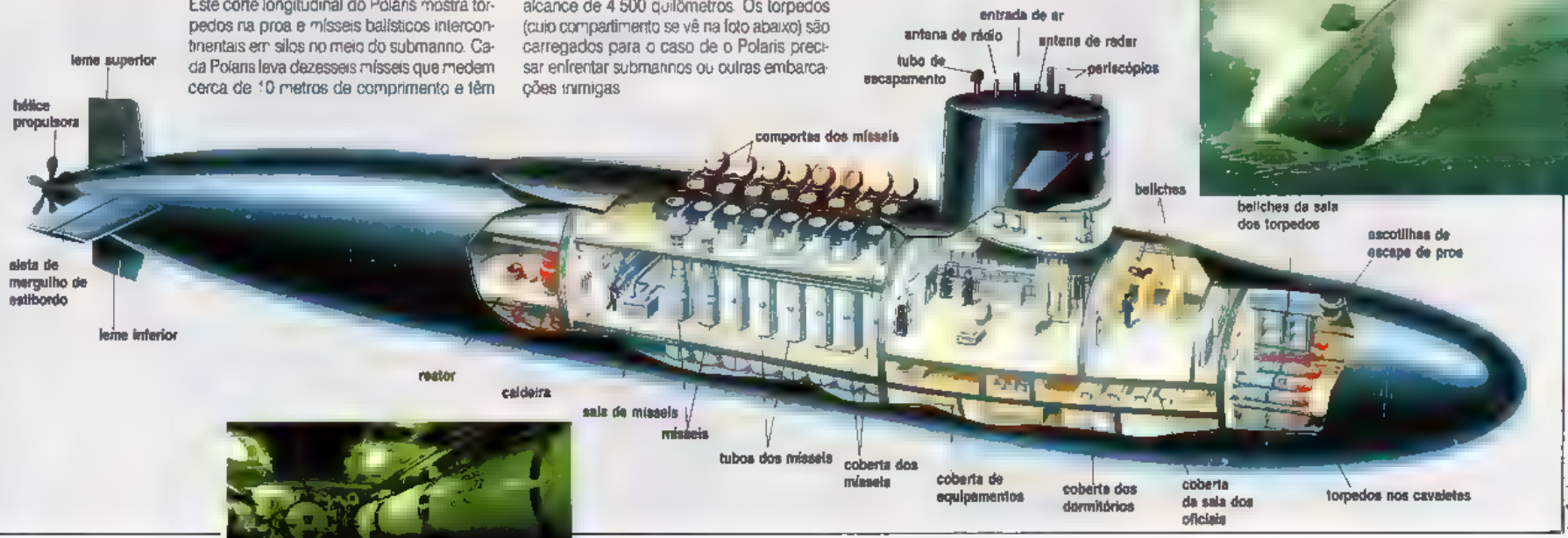
Se navegar muito perto da superfície, o submarino nuclear pode ser avistado; deslocando-se muito no fundo, corre o risco de ser esmagado pela pressão da água. Por isso, sua posição exata é permanentemente monitorada pelo sistema de navegação inercial (SNI), que calcula os movimentos em todas as direções, garantindo que o submarino não se afaste demais do nível correto de deslocamento. Isso é feito graças a um conjunto de giroscópios, que pode funcionar muitos dias consecutivos com o submarino submerso.

O HMS Conqueror, submarino nuclear inglês pertence ao grupo dos "caçadores-matadores". Na Guerra das Malvinas, o Conqueror afundou o navio argentino Belgrano

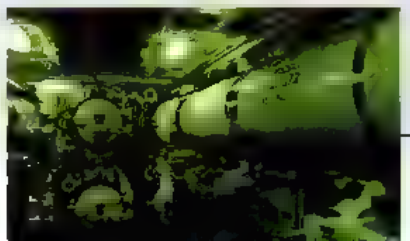
Crown

O SUBMARINO POLARIS

Este corte longitudinal do Polaris mostra torpedos na proa e mísseis balísticos intercontinentais em silos no meio do submarino. Cada Polaris leva dezesseis mísseis que medem cerca de 10 metros de comprimento e têm alcance de 4 500 quilômetros. Os torpedos (cujo compartimento se vê na foto abaixo) são carregados para o caso de o Polaris precisar enfrentar submarinos ou outras embarcações inimigas.



Ian Stephens



EXPLORANDO AS PROFUNDEZAS

Rex Features

EQUIPAMENTOS ESPECIALIZADOS de mergulho podem levar o homem a fantásticas profundidades, algo antes inimaginável, e com relativa segurança. A própria idéia de uma cidade submersa pertence ao reino do possível.

Um mergulhador precisa manter-se aquecido para permanecer alerta. Se o corpo esfria demais, a concentração se perde e o consumo de ar aumenta. Por esse motivo é que eles em geral usam trajes feitos de espuma de neoprene (borracha sintética), mesmo em águas quentes.

Uma pequena quantidade de água penetra o traje, fica retida entre ele e a pele do mergulhador e rapidamente se aquece com o calor do corpo. E continua quente, porque bolhas de ar no neoprene funcionam como isolante térmico.

Steve Tonkin

A água entra na válvula de demanda (1) e comprime um diafragma de borracha (2). Uma alavanca (3) controla uma válvula (4) de admissão do ar (5) do cilindro (6). Esse sistema mantém o suprimento do ar ao bocal (7) à pressão correta — a mesma da água ao redor. O ar expirado é expelido por uma válvula lateral (8).

Patrick Baker/Bruce Coleman Ltd

Science Photo Library/Richard Folwell

Um sino de mergulho pressurizado geralmente recebe ar quando está submerso, por um cabo umbilical. Para o caso de uma emergência, o sino transporta cilindros de ar no exterior

Em águas mais frias, emprega-se um traje completamente impermeável dotado de um forro felpudo de lã, que garante um isolamento adicional. Tanto essa como a roupa anterior tendem a manter o mergulhador flutuando. Por isso, é necessário um cinturão com pesos capaz de puxar seu corpo para baixo.

A medida que o mergulhador vai descendo, aumenta progressivamente a pressão sobre seu corpo. A apenas dois metros da superfície, a pressão provoca uma tensão em torno do rosto, devido à compressão sofrida pelas cavidades de ar existentes na cabeça. É seria impossível respirar por um tubo de mergulho de 2 metros de comprimento, porque os pulmões não conseguiriam se expandir a ponto de vencer a resistência da pressão subaquática. Por essa razão, os mergulhadores usam um reservatório de ar comprimido, com um aparelho que regula a pressão de modo a igualar aquela da água ao redor.

O sistema mais comum para respiração subaquática é o aqualung, que permite ao mergulhador descer à profundidade de 50 metros, garantindo-lhe um suprimento de ar que dura até uma hora. Ele carrega nas costas cilindros de ar, comprimido a uma pressão duzentas vezes maior que a do ar no ambiente da superfície. Uma mangueira flexível liga os cilindros a um bocal. Sempre que o mergulhador inspira, uma válvula se abre automaticamente e, com isso, o ar flui de um dos cilindros até sua boca.

Esse equipamento pode parecer pesado e desajeitado. No entanto, dentro da água, o aqualung torna-se razoavelmente leve e não impede os movimentos do mergulhador.

Os riscos

A medida que o mergulhador vai descendo, a pressão da água e a pressão do ar respirado vão ficando maiores. Se a pressão do ar for liberada rapidamente, porque o mergulhador subiu muito depressa à superfície, o ar em expansão pode provocar danos aos pulmões e formar bolhas no sangue. Esse efeito, chamado embolia, restringe o fluxo sanguíneo e pode causar prejuízos ao organismo e até levar à morte.

A subida rápida pode provocar também o mal da descompressão, que ocorre quando bolhas de nitrogênio se formam no sangue, o que é tão perigoso como a embolia. Para evitar esses riscos, a taxa de descompressão (a mudança de condições de alta para baixa pressão) deve ser cuidadosamente controlada.

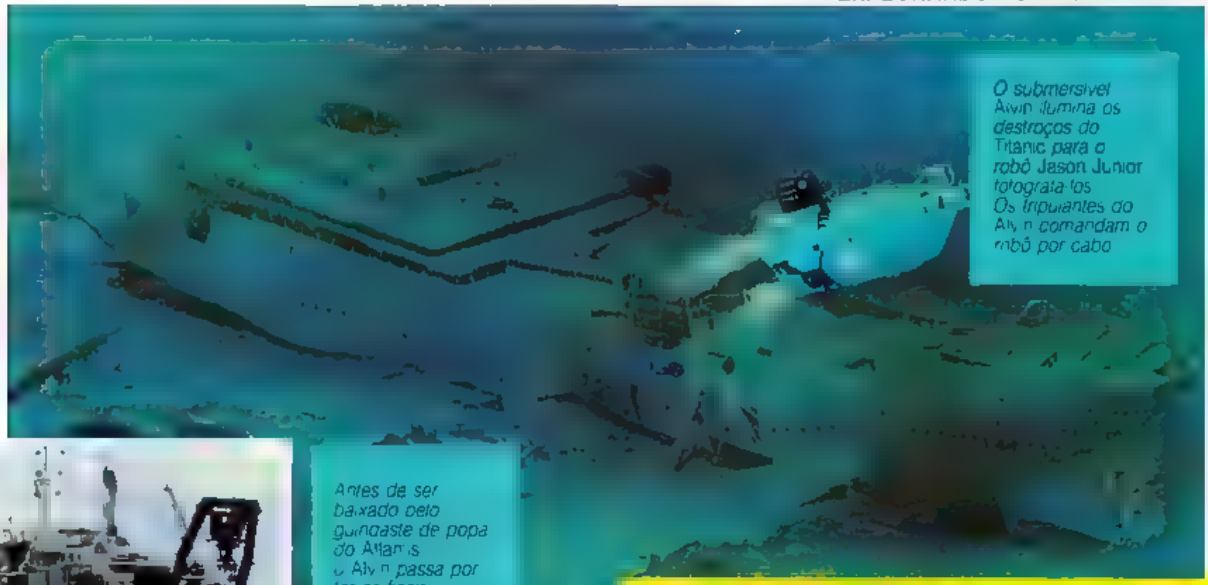
Outro problema que pode afetar seriamente os mergulhadores que trabalham a grandes profundidades: inspirar a mistura de nitrogênio e oxigênio, a alta pressão, pode levar à chamada narcose nitrogênica, uma espécie de embriaguez. O nitrogênio compõe quatro quintos do ar que respiramos e, nessas condições, uma quantidade excessiva pode ser absorvida pelo sangue. Esse gás age como uma droga, provocando desordem mental, desorientação e, às vezes, pânico.

Para evitar isso, substitui-se o nitrogênio pelo hélio, criando-se o heliox (a mistura de hélio com oxigênio). Mas o hélio tem um cômico efeito colateral: ele faz com que a voz mais áspera soe anasalada. Por esse motivo, usam-se

O TRAJE ATMOSFÉRICO (JIM)

Como um astronauta explorando a superfície lunar, o mergulhador usando um JIM pesquisa o leito do oceano em total segurança

Planet Earth Pictures/Ocean Images Inc. Charles Nicklin



O submersível Alvin ilumina os destroços do Titanic para o robô Jason Junior fotografá-los. Os tripulantes do Alvin comandam o robô por cabo

Antes de ser baixado pelo guindaste de popa do Atlantis, o Alvin passa por testes finais de seu sistema de telefonia

GemmaFrank Spooner Pictures

INVESTIGANDO O TITANIC

O desastre aconteceu em 1912: o *Titanic* bateu num iceberg e afundou, matando aproximadamente 1.500 pessoas — apenas uma terça parte dos que estavam a bordo sobreviveu para contar a história. Os destroços do luxuoso transatlântico só seriam descobertos em 1985. Um ano depois, o navio *Atlantis II* levou uma equipe para explorar o *Titanic* com a ajuda do submersível tripulado *Alvin*. Um robô subaquático, o *Jason Junior*, fez sondagens e fotografou o interior dos escombros.

Artista impressão Bill Donohoe

O canhões do Titanic tem uma aparência lúgubre, após tanto tempo do naufrágio. A corrosão e a flora aquática colorem a corroída estrutura de aço

decodificadores eletrônicos de voz para se poder entender o que dizem os mergulhadores.

Pelo fato de o ar ser tão altamente comprimido, o consumo é bem maior a cada inspiração que o mergulhador faz em grandes profundidades. A carga completa de um cilindro que dura trinta minutos a 10 metros se esgotaria em menos de três minutos a 200 metros de profundidade.

Embora mergulhadores de grandes profundidades levem um cilindro para casos de emergência, seu suprimento principal de ar chega por um tubo que vem da superfície e é controlado pelo pessoal da equipe de apoio. Tanto quanto ar, água quente pode ser enviada para aquecer o traje do mergulhador. E uma ligação telefônica garante sua permanente comunicação com quem está na superfície.

Mergulho de saturação

Após alguns minutos a 200 metros, um mergulhador necessitaria de horas de descompressão. Por isso, sempre que se precisa que um profissional fique longo tempo em águas muito profundas, é mais prático — e mais seguro — usar o mergulho de saturação. Ou seja, saturar o corpo pela respiração de gás a alta pressão, até que nada mais possa ser absorvido. Quando não está trabalhando, o mergulhador vive permanentemente numa câmara hermética dentro da qual a pressão corresponde à da profundidade de trabalho.

Para entrar na água, o mergulhador ainda sob pressão, passa para um sino de mergulho. Este é desligado da câmara e baixado até o local de trabalho. Aí o mergulhador sai para a água por uma comporta existente no fundo do sino. Depois do trabalho, ele retorna ao sino e então é transferido para a câmara.

Os mergulhadores podem trabalhar desse modo por semanas e mesmo meses a grandes profundidades. A descompressão não começa senão no final de todo o serviço, e pode demorar dias para terminar.

Um equipamento superou totalmente o problema da pressão e da descompressão: trata-se do traje atmosférico de mergulho, o JIM (do nome de quem testou o protótipo nos anos 30, o mecânico Jim Jarratt). Com o JIM pode-se descer a mais de 500 metros dentro, o mergulhador permanece seguro e seco, respirando ar à pressão atmosférica normal. O traje é equipado com braços e pernas com juntas flexíveis que permitem ao mergulhador mover-se e trabalhar com razoável liberdade.

Os submersíveis são outra possibilidade para exploração em águas muito profundas. Trata-se de submarinos em miniatura, capazes de levar uma pequena e especializada tripulação a profundidades em torno de 4 mil metros. Eles são conduzidos até a área de trabalho num navio de apoio e lançados ao mar por um grande guindaste. Em geral, movem-se pela ação de propulsores alimentados por motores elétricos.

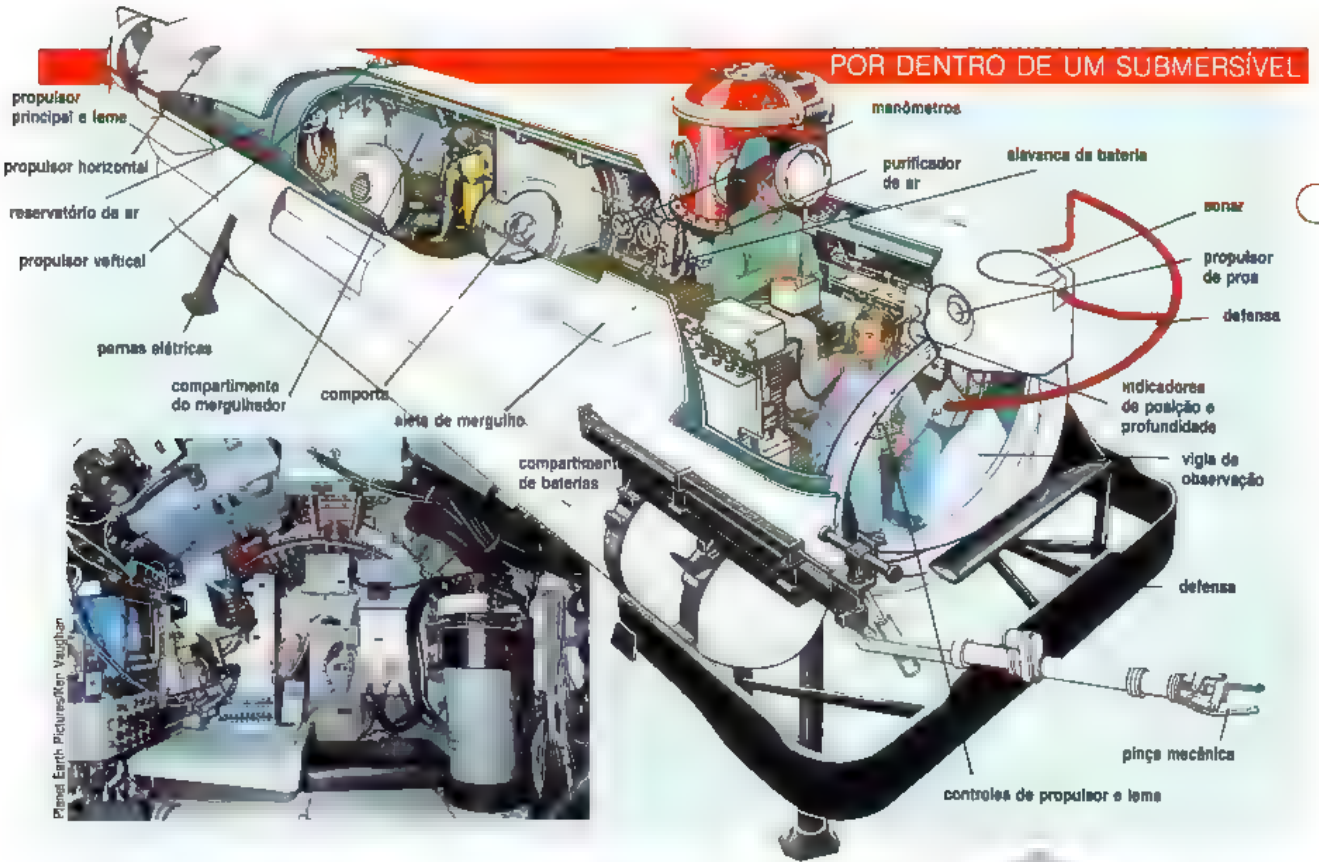
Os submersíveis podem também ser controlados a distância. Normalmente um VOR (veículo operado por controle remoto) tem uma estrutura que abriga motores e propulsores, sistemas de flutuação e diversos equipamentos sensores e de manipulação — seus olhos, ouvidos e mãos.

Esse tipo de robô submarino liga-se à superfície por um cabo umbilical, pelo qual passam energia, informações de navegação, sinais de comando e imagens de televisão de câmeras existentes a bordo.

Trabalho no fundo do mar

O cabo umbilical do VOR torna-se seu grande problema para o trabalho em águas muito profundas. Apesar do uso

POR DENTRO DE UM SUBMERSÍVEL



de cabos de fibra óptica ultraleves para vídeo e ligações de comandos, ainda assim o peso é excessivo, devido à necessidade de transmissão de corrente elétrica para os motores. A partir dos 2 mil metros, fica praticamente impossível lidar com o volume e o peso do cabo umbilical.

Em 1985, contudo, 180 quilômetros ao largo do sudoeste irlandês um VOR Scarab II localizou os destroços de um Jumbo no fundo do mar. Posteriormente, pistas fundamentais foram recolhidas a mais de 2 mil metros, numa das mais ambiciosas operações já empreendidas com VOR.

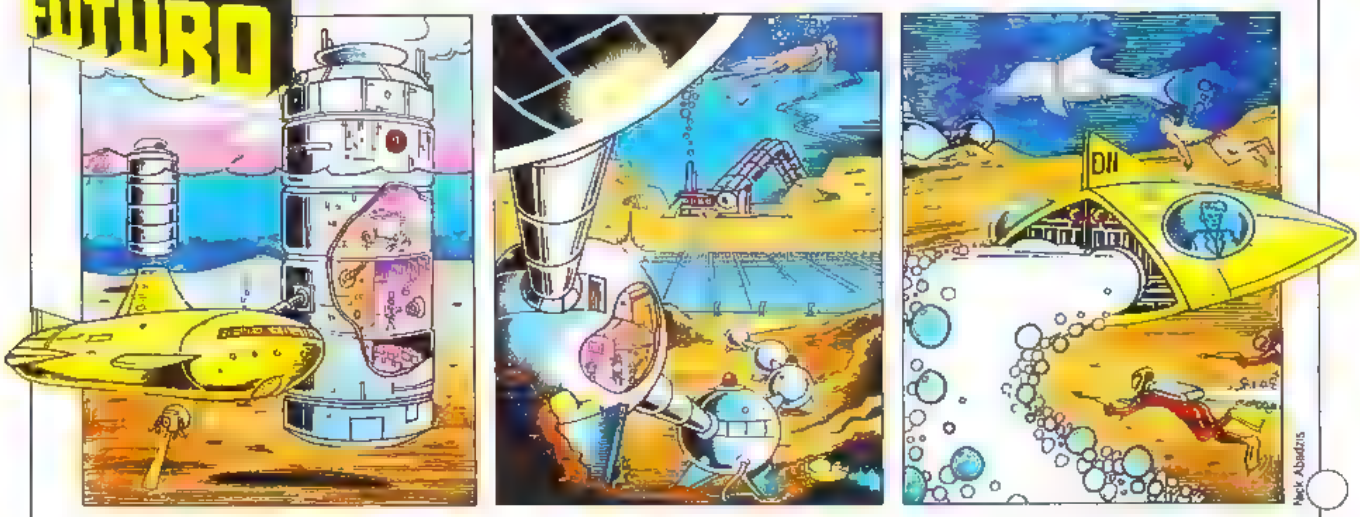
Talvez o mais futurístico submersível seja o *L'Argyronète* concebido para o projeto francês "Saga", que pretende localizar óleo e gás sob o leito marítimo abaixo das calotas polares.

Outra idéia pioneira são os cruzeiros de lazer em submersíveis. No Caribe, cinqüenta passageiros podem viajar num deles em mergulhos de até 70 metros, para apreciar imagens da vida marinha.

Um mergulhador prepara se para sair do submersível por uma comporta. Na foto, equipamento de controle e monitoração de um submersível

RUMO AO FUTURO

FÁBRICAS SUBMARINAS



No futuro, cápsulas flutuantes poderão ser o lar de parte da crescente população da Terra. Graças a poderosos motores, elas ficarão na posição ideal

As pessoas trabalharão em fábricas submersas, ligadas entre si por túneis herméticos. Comportas permitirão a saída ao mar, para serviços de manutenção

Táxis subaquáticos levarão os trabalhadores às fábricas. Golfinhos treinados entregarão correspondência protegidos de predadores por policiais

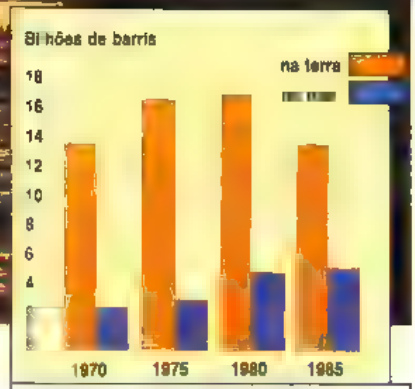
Tony Stone Worldwide

A RIQUEZA DOS OCEANOS

OS OCEANOS CONTÊM enormes quantidades de materiais valiosos para o ser humano. Na maioria dos casos, para obter essas riquezas é preciso enfrentar dificuldades e perigos.

Há minérios em abundância nos oceanos, mas fica muito caro extraí-los de enormes volumes de água. Ouro, prata e urânio, por exemplo, figuram entre os 58 bilhões de toneladas de matérias sólidas existentes nos mares. Contudo, esses metais preciosos ocorrem em quantidades tão diminutas que o custo de retirá-los da água acabaria sendo maior que seu valor, pelo menos atualmente. Em média, cada milhão de toneladas de água do mar contém cerca de 1,5 quilo de urânio, 300 gramas de prata e apenas 6 gramas de ouro.

Em compensação, é relativamente fácil capturar peixes, o que exige um



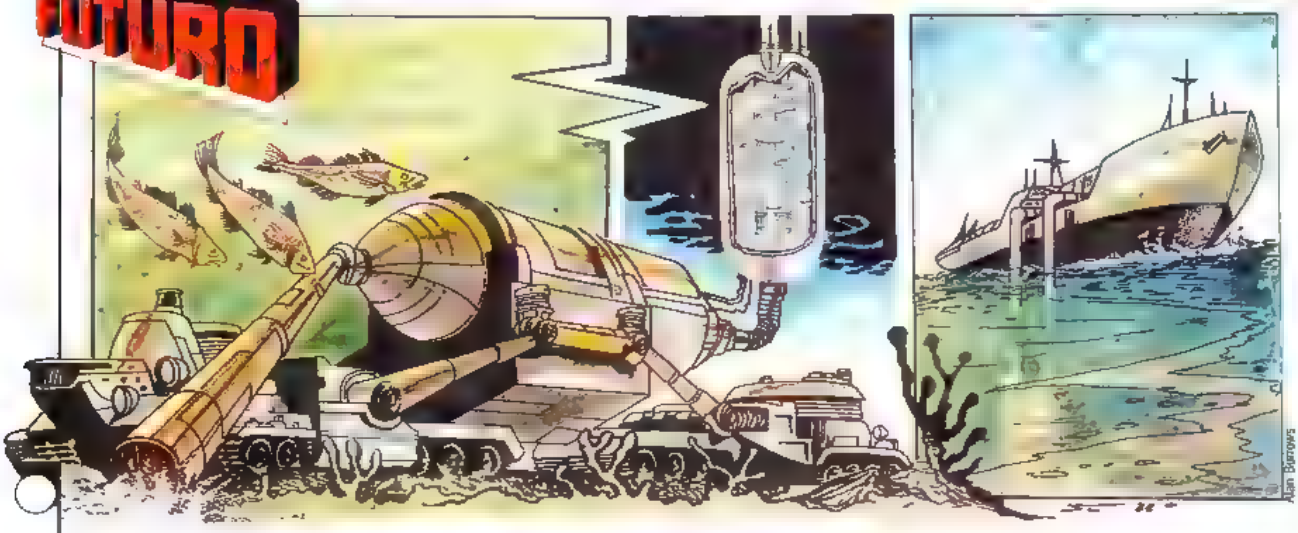
PRODUÇÃO MUNDIAL DE PETRÓLEO

O aumento do consumo de petróleo desde 1970 levou a um rápido crescimento de sua exploração no mar, que, em meados da década de 80, já gerava cerca de 28 por cento de toda a produção mundial.

Mark Franklin

RUMO AO FUTURO

COLHEITA NOS OCEANOS

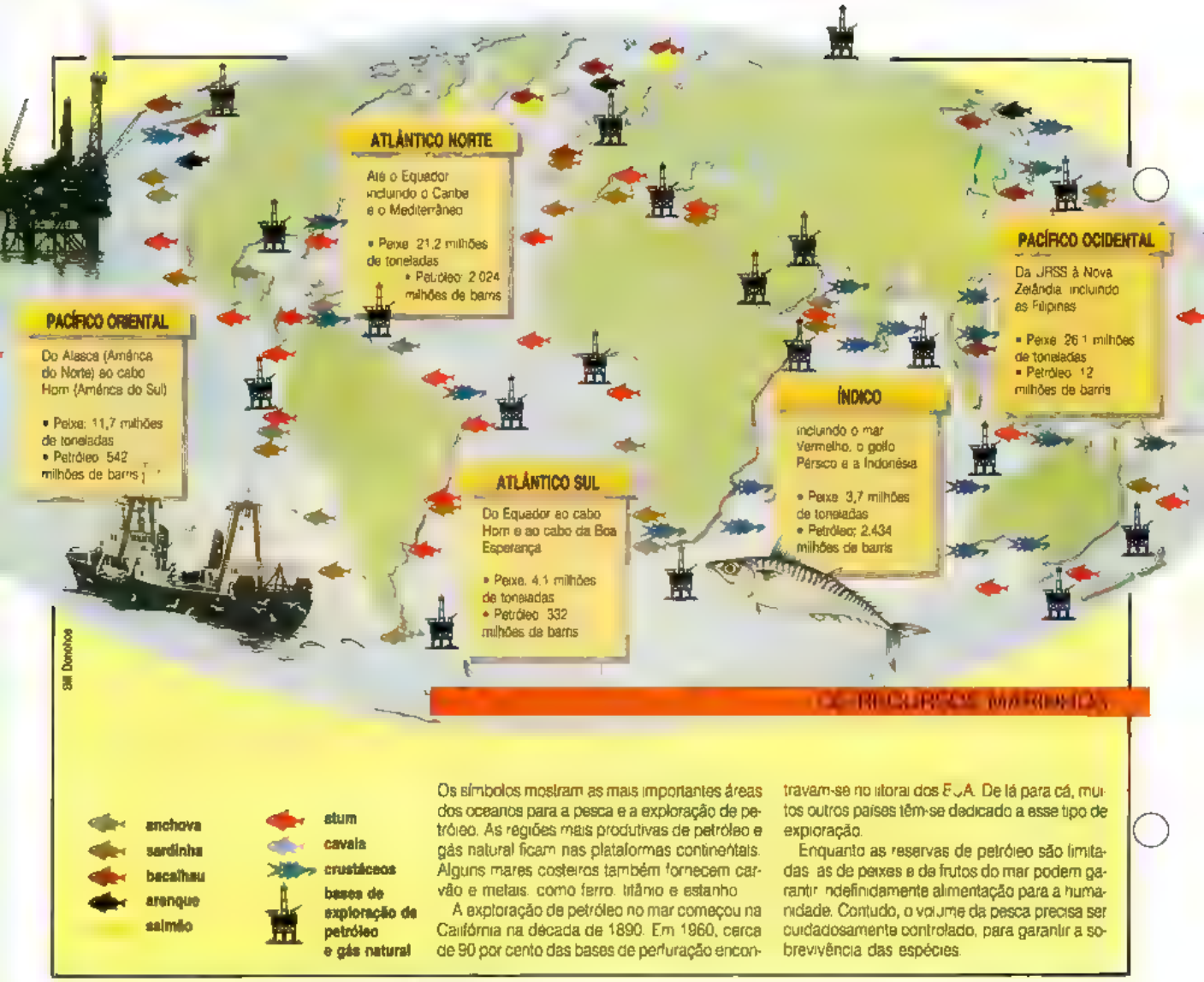


Alan Burrows

Poderosos tratores submarinos podenam ser empregados para colher os nódulos de manganês, ricos em minérios, que existem espalhados no leito dos oceanos.

Os nódulos de manganês seriam aspirados e levados por uma tubulação a uma câmara de processamento nas proximidades, que os transformaria em pó.

Das câmaras, o pó de manganês seria transferido para navios, que o levariam então para refinarias, onde os metais preciosos seriam extraídos.



Os símbolos mostram as mais importantes áreas dos oceanos para a pesca e a exploração de petróleo. As regiões mais produtivas de petróleo e gás natural ficam nas plataformas continentais. Alguns mares costeiros também fornecem carvão e metais, como ferro, titânio e estanho.

A exploração de petróleo no mar começou na Califórnia na década de 1890. Em 1960, cerca de 90 por cento das bases de perfuração encontravam-se no litoral dos E.U.A. De lá para cá, muitos outros países têm-se dedicado a esse tipo de exploração.

Enquanto as reservas de petróleo são limitadas, as de peixes e de frutos do mar podem garantir indefinidamente alimentação para a humanidade. Contudo, o volume da pesca precisa ser cuidadosamente controlado, para garantir a sobrevivência das espécies.

grande ou dado: se a pesca fosse praticada em excesso, a humanidade poderia colocar em risco sua sobrevivência futura.

Por outro lado, os oceanos constituem um tentador depósito de lixo e esgotos. Mas há uma necessidade imperiosa de evitar que isso aconteça, a poluição das águas ameaça a flora e a fauna marinhas.

Riquezas minerais

O magnésio é a mais valiosa substância hoje extraída dos mares, enquanto o sal comum é a que se retira em maiores quantidades. No entanto, a maior parte dos recursos minerais marinhos se encontra mesmo é nos leitos oceânicos.

Enormes depósitos de gás natural e petróleo vêm sendo explorados nas costas de vários países, entre os quais o Brasil. Somente no Mar do Norte há cerca de 250 poços em operação, não obstante se trate de um dos mares mais inóspitos do planeta. Ondas de até 25 metros de altura e ventos que chegam aos 200 quilômetros por hora tornam particularmente arriscadas as condições de vida nas plataformas de exploração.

Nos oceanos profundos, especialmente abaixo dos 4.300 metros, encontram-se depósitos com o formato de batatas, conhecidos como nódulos de manganês. De fato, eles contêm não apenas manganês mas também outros materiais valiosos, como níquel, cobalto e cobre. Assim também são as crostas de manganês, que ocorrem em camadas de muitos centímetros de espessura que recobrem algumas rochas, em águas mais rasas.

Os nódulos de manganês se tornarão importante fonte de metais tão logo os cientistas desenvolvam um método econômico de explorá-los.

Tesouros aquáticos

As pérolas vêm das ostras, que antigamente eram recolhidas por mergulhadores. Hoje, cultivá-las constitui um empreendimento altamente organizado, em especial no Japão. Para iniciar o desenvolvimento da pérola, coloca-se dentro do manto o tecido da ostra um pequeno "núcleo" — os pioneiros usavam contas de vidro e bolinhas de chumbo, enquanto hoje se empregam pedacinhos de concha, bem mais eficientes para esse fim.

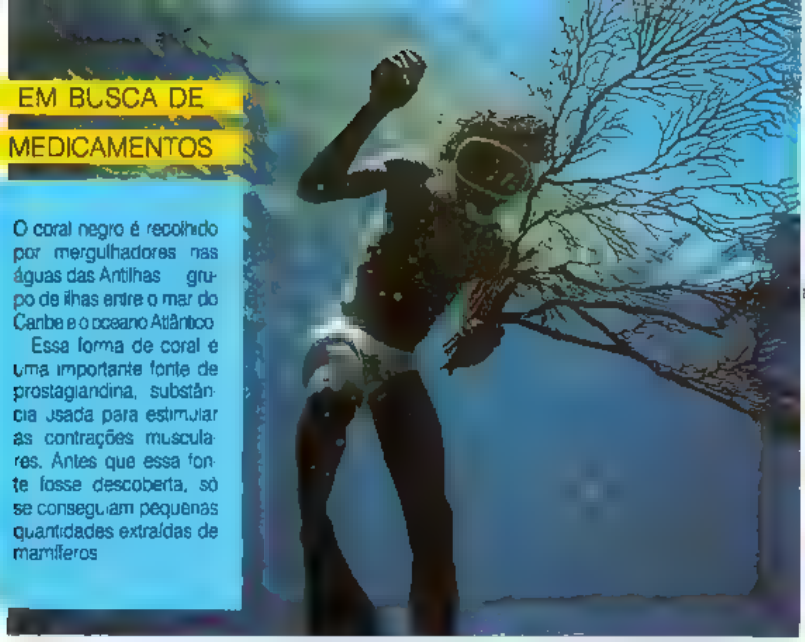
Há cinquenta anos, era difícil conseguir pérolas cultivadas de mais de 3 milímetros de diâmetro; hoje, elas podem chegar aos 10 milímetros. Apesar do impressionante tamanho, sua maior parte é feita do próprio núcleo — a camada exterior, bela e translúcida, é bem fina.

O coral precioso é um pólipo que vive somente em águas profundas. De sua haste extrai-se um material róseo muito usado em joalheria.

Alimento marinho

Os oceanos contêm enormes quantidades de alimento, mas somente uns 3 por cento de todo o volume de alimentos consumido no mundo vêm do mar. Uma explicação para isso está no fato de que muitas pessoas, especialmente no Ocidente, consomem pouco peixe. No Extremo Oriente, ao contrário, as populações gostam muito desse alimento e dos frutos do mar em geral, e são mais ousadas em sua escolha. Seres estranhos como os pepinos-do-mar são bastante apreciados entre os chineses, que também comem medusas e ouriços-do-mar.

Outro alimento marinho incomum é a lagarta palolo, do Pacífico. Na Polinésia realiza-se anualmente uma grande fes-



Pia Planet Earth Pictures/Kroy Monuhin

EM BUSCA DE MEDICAMENTOS

O coral negro é recolhido por mergulhadores nas águas das Antilhas, grupo de ilhas entre o mar do Caribe e o oceano Atlântico.

Essa forma de coral é uma importante fonte de prostaglandina, substância usada para estimular as contrações musculares. Antes que essa fonte fosse descoberta, só se conseguiam pequenas quantidades extraídas de mamíferos.

A RIQUEZA DOS OCEANOS

INCRÍVEL

OURO NO MAR

EMBORA O HOMEM CONTINUE A EXPLORAR OS RECURSOS TERRESTRES TÃO RÁPIDO QUANTO PODE, A RIQUEZA DOS OCEANOS É AINDA MAIOR. PARA CADA TONELADA DE OURO JÁ TIRADA DA TERRA, ESTIMA-SE QUE HAJA 100 NO MAR.

Paul Raymonde

ta para celebrar a desova dessa criatura dos mares. Depois de expelirem na água suas extremidades reprodutoras, as lagartas são recolhidas em enormes quantidades. Essa estranha colheita é então transformada em sopa.

Todos os anos retiram-se dos oceanos cerca de 75 milhões de toneladas de peixes, entre os quais anchovas, arenques e sardinhas. Todos estes, pequenos, nadam em grandes cardumes e são predados por peixes maiores, como a cavala e o atum.

A colheita de algas é mínima, se comparada à das plantas terrestres. A maioria delas é pequena demais para ser aproveitada como alimento, e mesmo as espécies maiores não são altamente nutritivas. Contudo, colhe-se anualmente no Extremo Oriente cerca de 1 milhão de toneladas de algas — em boa parte, cultivadas — para alimentação.

Medicamentos

Muitos compostos químicos têm sido encontrados em plantas e animais marinhos. Alguns têm o poder de combater doenças, enquanto outros estimulam o coração, evitam a formação de coágulos no sangue ou interferem no funcionamento do sistema nervoso. As citotoxinas, provenientes de pólipos e pepinos-do-mar, ajudam a destruir formações cancerosas, enquanto os corais negros fornecem prostaglandina, usada como estimulante muscular.

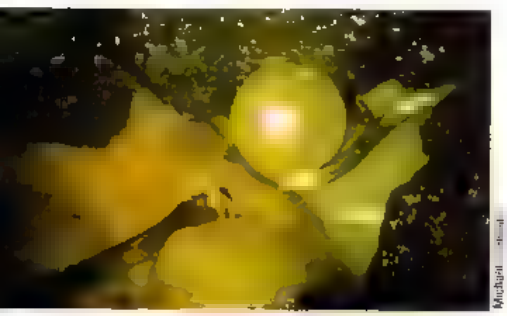
Ao longo da história, as pérolas ganharam a fama de possuírem propriedades medicinais. Dizem que pó de pérola pode curar indigestão, malária, hanseníase, insônia e muitos outros males. Contudo, os cientistas ainda não se convenceram de que essas afirmações não passam de simples superstição.

Gamma/Frank Spooner Pictures

Trazer o atum para bordo de um barco de pesca no mar Mediterrâneo é o primeiro estágio de uma linha de produção que termina nas latas do peixe à venda nos supermercados. Esse enorme e ágil ser marinho come grandes quantidades de peixes menores. Ao atingir os cinco anos de idade, pesa mais que um homem adulto. Aos dez anos, geralmente pesa cerca de 200 quilos, e em torno dos 25 anos dobra esse total — quando tem a sorte de viver tanto.

Pilhagem

Grandes barcos, modernos equipamentos de pesca e sistemas de sonar detectores de cardumes assinalaram o início de uma era de excesso de pesca. Com essas inovações, os peixes começaram a ser retirados da água não



Michael

Uma pérola cultivada submetida a exame por meio de modernas técnicas fotográficas, que permitem vê-la dentro de uma ostra viva.

Zefa

Bacalhau e haddock içados para bordo de uma traineira no Mar do Norte. O pescado será agora levado à terra para ser congelado.

mais aos poucos mas às toneladas. Mais barcos e mais pescadores foram se juntando nessa caçada, trabalhando longas horas no mar, e como resultado a colheita se tornou gigantesca. Agora, sinais de alerta estão soando: muitas das espécies pescadas desse modo estão ameaçadas de extinção.

No Mar do Norte, por exemplo, algumas espécies de arenque e de cavala ficaram tão reduzidas que foi necessário estabelecer rígidos controles e cotas de pesca, para permitir que a população daqueles peixes voltasse ao normal.

A caça às baleias é uma das mais tristes dessas histórias, em parte por causa da crueldade envolvida na carnificina desses inteligentes mamíferos. Desde que a caça comercial se iniciou, há mais de um século, algumas espécies foram levadas à beira da extinção.

A baleia-azul, o jubarte e a baleia-branca estão em risco, com suas populações reduzidas a um décimo do nível original. Mesmo que a legislação internacional recém-introduzida seja respeitada, ainda será preciso muito tempo até que se recupere o equilíbrio desses mamíferos.

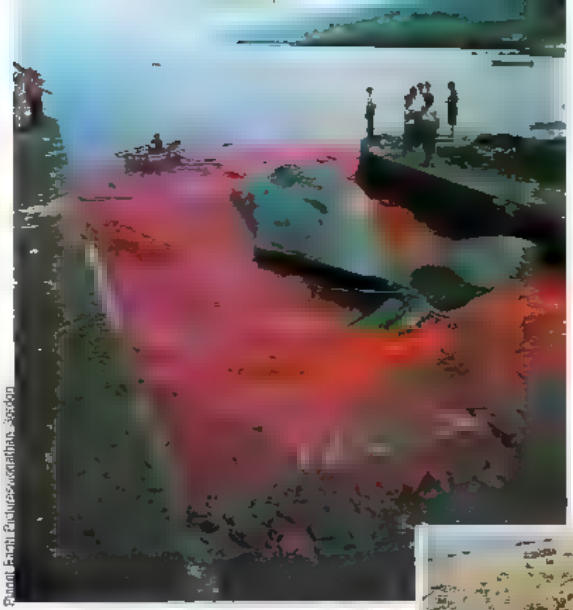
Homem, o poluidor

Diante da imensidão dos mares, é uma tentação imaginar que detritos neles despejados sejam diluídos e varridos para longe pelas correntes. Isso pode ser verdade às vezes, mas nem sempre. Enormes quantidades de resíduos estão em questão, a maior parte lançada em águas costeiras rasas, e muitos são extremamente perigosos. Além de esgotos, metais pesados tóxicos — como chumbo, mercúrio e cádmio — são lançados ao mar. Em Minamata, no Japão, na década de 50, mais de 2 mil pessoas foram envenenadas, 43 morreram e 700 ficaram com deformações irreversíveis após ingerir peixes e frutos do mar contaminados por mercúrio de uma fábrica local.

Pesticidas perigosos também são despejados nos oceanos, diretamente ou pelos rios. Essas substâncias são absorvidas por plantas e animais marinhos e podem afetá-los seriamente. Pior ainda, elas têm efeito cumulativo no ambiente e nos seres vivos — assim, entram nas cadeias alimentares e tornam-se mais concentradas a cada elo dessas cadeias.

Quando ocorrem derramamentos de petróleo, eles viram manchete por causa da sujeira que causam e também porque as manchas do produto matam pássaros e demais seres vivos litorâneos.

Felizmente, porém, o petróleo é biodegradável. Isso significa que, a seu devido tempo, bactérias e outros microrganismos agem sobre o produto e podem transformá-lo em compostos inofensivos. No início, os derramamentos eram tratados com detergentes, mas essa prática se mostrou mais prejudicial à vida marinha do que o próprio petróleo. Hoje, a estratégia consiste em tentar conter o derramamento e impedi-lo de atingir áreas vulneráveis.



Ronnie Engh Pahlsson/Katrina Jordan

O sangue de um cachalote arrastado até Pico, uma das ilhas dos Açores, tinge o mar. O cachalote é o maior dos cetáceos com dentes. Quando adulto, ele atinge mais de 18 metros de comprimento. Apesar do risco de extinção, alguns países ainda permitem a captura desses mamíferos

Zefa

Detritos lançados de navios muitas vezes vão dar nas praias, levados pela maré. Estima-se que nada menos de 7 milhões de toneladas de lixo sejam jogadas anualmente nos oceanos

Greenpeace/Dan Beltra

O Mediterrâneo recebe diariamente cerca de 30 milhões de toneladas de esgoto. O plâncton nutre-se desse material e consome todo o oxigênio da água, fazendo com que os peixes morram

Zefa

Planet Earth Pictures/Rob Beighton

A FERA DOS MA

PERFIL

O GRANDE TUBARÃO-BRANCO

Carcharodon carcharias

Habitat Todos os mares tropicais, subtropicais e quentes. Evita águas mais frias.

Tamanho Máximo: 8 m. Médio: 3,5 m.

Coloração Marrom-ardósia ou cinza no dorso, branco no ventre.

Tempo de vida Entre 25 e cem anos — salvo em caso de acidentes!

Força da mordida A mordida de um tubarão-branco de 2 metros foi avaliada em 3 toneladas por centímetro quadrado. (A mais forte mordida de um ser humano não passa de 115 kg/cm².)

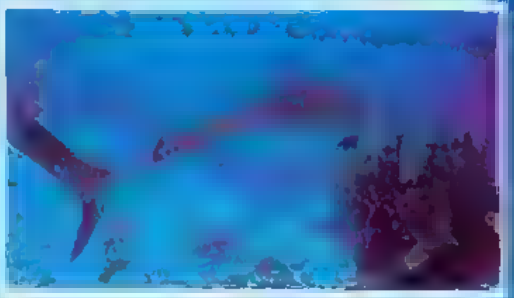
Velocidade Média de cruzeiro: cerca de 3,2 km/h Máxima: 35 km/h.

Dieta Carnívoro. Come a maior parte dos animais marinhos, incluindo polvos, pequenas baleias, golfinhos, focas e leões-marinhos. A acidez de seu estômago pode corroer o aço!

ARES

OUTROS MATADORES

TUBARÃO-TIGRE



Taylor/Ardea, London

Galeocerdo cuvier

Habitat Mares quentes de todo o planeta; todas as profundidades, perto e longe das costas.

Tamanho Máximo. 7,5 m Médio: 3,4 m.

Coloração Faixas cinza e pretas.

Dieta Onívoro (come de tudo): outros tubarões, tartarugas, golfinhos, leões-marinhos, medusas e detritos. Pode vomitar quando deseja, e pode armazenar alimento em seu estômago, sem digerí-lo.

Poder mortal Acredita-se que seja tão mortífero quanto o grande tubarão-branco.

ANATOMIA DE UM MATADOR

ESTRUTURA MUSCULAR
Alguns dos músculos usados para nadar, chamados "músculos escuros", são mais quentes que os demais. Como músculos quentes são mais eficientes que músculos frios, o tubarão pode nadar a altas velocidades durante longos períodos.

VALVA ESPIRAL
Parte do intestino. Seu formato espiralado ajuda o tubarão a absorver muito alimento num espaço bem pequeno.

FÍGADO
O fígado é especialmente oleoso, ajudando na flutuação do tubarão (o óleo é mais leve que a água), e também muito grande — representa uma quarta parte do peso total do corpo.

ÓRGÃO DE CLASPER
Situado entre as nadadeiras ventrais dos machos, esse apêndice transfere esperma para o canal reprodutor das fêmeas.

ESTRUTURA DA PELE
Todo o corpo do tubarão é coberto por uma couraça de escamas afiadas, chamadas denticulos dérmicos.

SENSORES
O tubarão conta com pequenas cavidades perto do nariz capazes de detectar os campos elétricos gerados por seres vivos. Elas trabalham em conjunto com uma série de outros sensores, que se situam ao longo do corpo, sob a pele da espinha dorsal, e que são sensíveis a vibrações na água. Usando os sensores da cabeça e do corpo, o tubarão descobre o tamanho da presa e a que distância está em relação a ela.

OLHOS
A visão é geralmente boa até cerca de 15 metros. Para além disso o tubarão consegue identificar formas se movendo, mas não enxerga seus detalhes. Quando ele está nadando em águas muito claras uma proteção escura se fecha no interior dos olhos, já que eles não têm a defesa externa de pálpebras.

ESQUELETO
Tubarões não têm ossos — seu esqueleto é de tecido cartilaginoso. Compensando sua flexibilidade natural, a cartilagem é coberta por uma camada de cálcio, o mesmo material que torna rígidos os ossos e os dentes do homem.

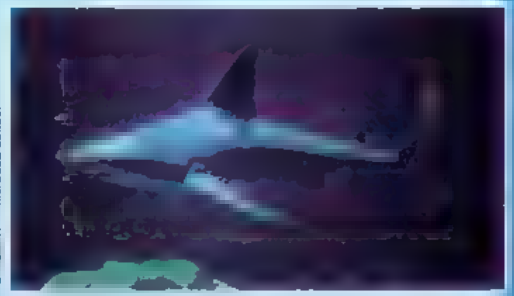
Marshall Cavendish Ltd 1989

nadadeira da

órgão de

nada

TUBARÃO-CACHORRO



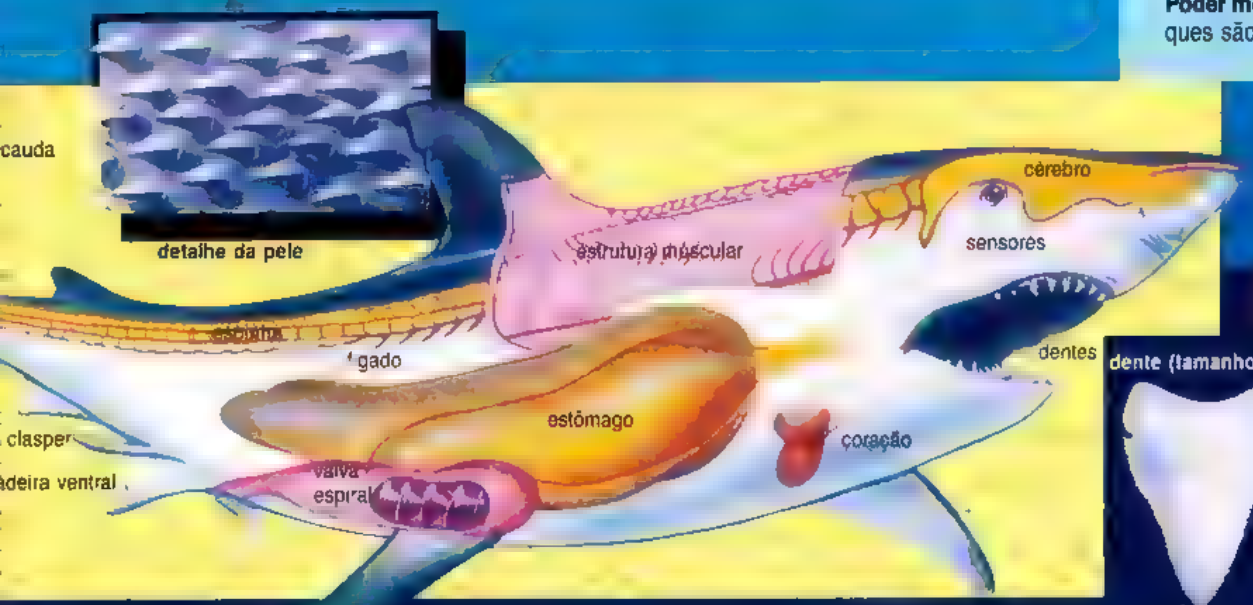
Kenneth W. Fink/Ardea, London

Carcarhinus leucas

Habitat Águas litorâneas rasas; rios e baías; proximidades de portos.

Dieta Tubarões, arraias, seus próprios filhotes.

Poder mortal Perigoso, mas ilude. Muitos ataques são atribuídos a tubarões-brancos.



CÉREBRO

Até dois terços do cérebro dedicam-se ao sentido do olfato. (O nariz pode detectar minúsculas quantidades de produtos químicos no mar.) O cérebro é grande: cerca de 15 centímetros, num tubarão de 2 metros.

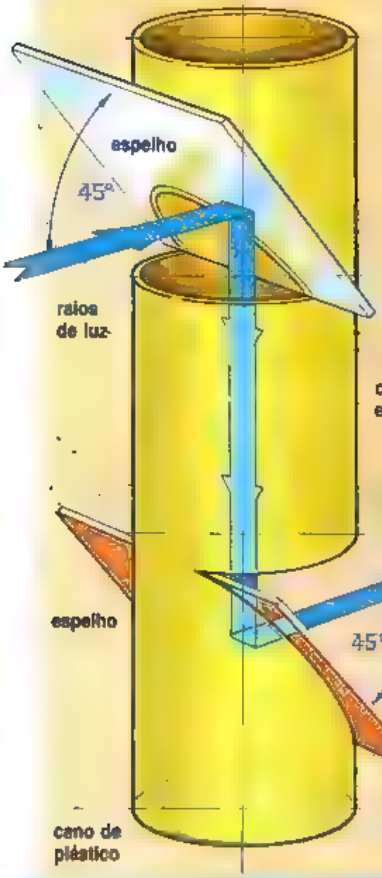
DENTES

O tubarão tem até cinco filas de dentes pontiagudos com bordas serrilhadas. Mas eles são frágeis e frequentemente se soltam. Quando um dente velho cai, um novo move-se para a frente e o substitui. Os dentes superiores são usados de modos diferentes. Os pontudos inferiores prendem a caça; em seguida, os superiores cortam pedaços do alimento.

PROJETOS

OS OCEANOS

- **Como o comandante de um submarino observa a superfície?**
- **Por que um corpo flutua ou não?**
- **Por que os mergulhadores de grandes profundidades não podem simplesmente respirar por um tubo mais longo?**

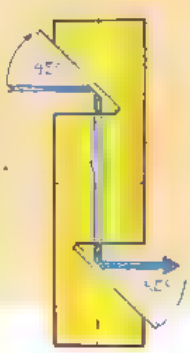


CONSTRUA UM PERISCÓPIO

Este periscópio em miniatura demonstra o princípio que permite ao comandante de um submarino observar a superfície do mar com a embarcação submersa. Construa seu próprio periscópio e utilize-o para observações por sobre multidões, muros ou cercas.

Com uma serra de arco faça dois grandes entalhes num pedaço de cano plástico ou corte-os num tubo de cartolina, como mostra a figura, em ângulos de 45°. Prenda neles dois espelhos, com os lados refletentes um contra o outro.

Assegure-se de que os ângulos estão corretos, do contrário o periscópio não funcionará. Uma boa idéia para ajustar com precisão os ângulos é colar pedaços de cartão por detrás dos espelhos.



TESTE DE FLUTUAÇÃO

Você pode demonstrar o princípio da flutuação com este modelo de mergulhador. Ele afundará ou emergirá pela simples alteração da pressão na garrafa.

Desenhe o mergulhador num pedaço de lâmina fina de plástico, como por exemplo as usadas em embalagens. Recorte-o e enrole nas pernas um tanto de arame que seja suficiente para fazê-lo flutuar de pé num copo de água.

Sele uma das pontas de um pedaço de tubo vazio de caneta esferográfica, aquecendo-a no fogo e girando-a lentamente em seus dedos. Cole o tubo nas costas do modelo e, se quiser, pinte detalhes no mergulhador com tinta à prova de água.

Encha uma garrafa com água e coloque dentro o mergulhador. Molhe a rolha para deixá-la flexível e ponha-a no gargalo. Ao empurrá-la para baixo, a pressão interna aumenta, forçando um pouco da água a penetrar no tubo. Isso aumenta o peso do modelo e ele afunda. Puxando-se a rolha, a pressão e o peso do modelo diminuem e ele sobe.

John Houghton

SOB PRESSÃO

Por que os tubos das máscaras de mergulho são curtos? Um tubo longo permitiria a um mergulhador respirar a grandes profundidades? Encontre as respostas fazendo esta experiência com a ajuda de um amigo.

No lado raso de uma piscina, peça a um amigo para ficar na borda segurando a ponta de um tubo de borracha de 1 metro de comprimento, enquanto você fica na água com a outra ponta.

Coloque a cabeça debaixo d'água e respire pelo tubo. Você achará fácil fazê-lo.

Em seguida, mergulhe todo o corpo e vá descendo. Quanto mais fundo você estiver, tanto mais dificuldade sentirá em respirar pelo tubo. Isso porque a pressão da água sobre seus pulmões dificulta a expansão deles quando você inspira. Por essa razão é que os mergulhadores precisam usar o aqualung.

GRAU DE DIFICULDADE

Cada projeto desta seção tem seu nível específico de dificuldade.
1 muito simples **2** simples **3** médio **4** avançado **5** complexo

ATENÇÃO!

Os pais devem supervisionar as experiências que envolvam ferramentas afiadas, água, eletricidade e produtos químicos. A editora não se responsabiliza por acidentes.

© Marshall Cavendish Ltd., 1989

MODELO

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

HMS INVINCIBLE

Você val precisar de:
tesoura • régua • estilete • cola

Antes de cortar as partes, faça um sulco com uma lâmina cega em todas as linhas tracejadas para facilitar a dobra e a colagem. Estude o DIAGRAMA DE MONTAGEM para ver como as peças se ajustam umas às outras e use as linhas pontilhadas como guia para posicioná-las.

Atenção: Crianças pequenas devem ter supervisão dos pais quando estiverem usando o estilete.

Construção

Casco

1. Recorte a base **A.** Dobre para cima as abas laterais e as orelhas.

2. Recorte **B**. Dobre para baixo as abas laterais e traseira, e para cima a dianteira (veja DIAGRAMA).

3. Cole as abas laterais de **A** na borda das abas laterais de **B**, para formar o convés inferior.

4. Recorte **C** e **D.** Cole a orelha de **C** na dianteira de **D,** para formar a proa. Cole as bordas inferiores de **C** e **D** nas abas e orelhas de **A** para formar o casco.

5. Recorte **E**. Dobre para baixo as orelhas e cole na parte superior interna da proa, entre as linhas pontilhadas.

6. Recorte **F.** Dobre as orelhas para baixo e cole as laterais e a inferior nas bordas internas do casco (**C** e **D**) e da base **A.**

Convés de vôo

1. Recorte **G.** Use um estilete para cortar ao longo das três linhas cheias dos dois retângulos e dobre as abas para baixo, para formar as aberturas dos elevadores. Aplique cola na orelha superior de **F** e cole na borda inferior de **G**. Dobre para baixo as orelhas da frente do convés de vôo e enfie-as por baixo da borda de **E**, sem colar (veja DIAGRAMA).

2. Recorte **H**. Dobre-o para lhe dar forma e cole a orelha no extremo oposto para formar as paredes da torre de controle.

3. Recorte **I**. Dobre para baixo a orelha menor, para cima a maior, e cole nas bordas internas da torre (veja DIAGRAMA).

4. Recorte **J** e abra seis fendas como indicado. Dobre a seção dianteira para cima e cole as laterais e a traseira nas bordas interiores de **H**, para formar a ponte.

5. Recorte **K**. Abra as fendas e dobre as orelhas para baixo.

6. Recorte **L**. Dobre e cole para lhe dar forma. Cole as orelhas de **K** na borda superior interna de **L**. Aplique cola na borda mais longa de **L** e fixe na borda interna traseira de **J**.

Torres de sonar e chaminés

1. Recorte **M**. Abra a fenda, dobre e cole para formar a torre de sonar. Dobre para baixo o teto e cole a orelha na borda interna da torre. Enfie as orelhas inferiores nas fendas de **K**.

2. Repita o processo com a torre de sonar **O** e enfie as orelhas nas fendas do meio de **J**.

3. Recorte **N**. Dobre e cole para formar a chaminé. Enfie as orelhas nas fendas dianteiras de **J**.

4. Repita o processo com a chaminé **P** e encaixe nas fendas traseiras de **J**.

5. Dobre para dentro as orelhas da borda inferior de **H** e cole no lugar indicado pelas linhas pontilhadas no convés de vôo.

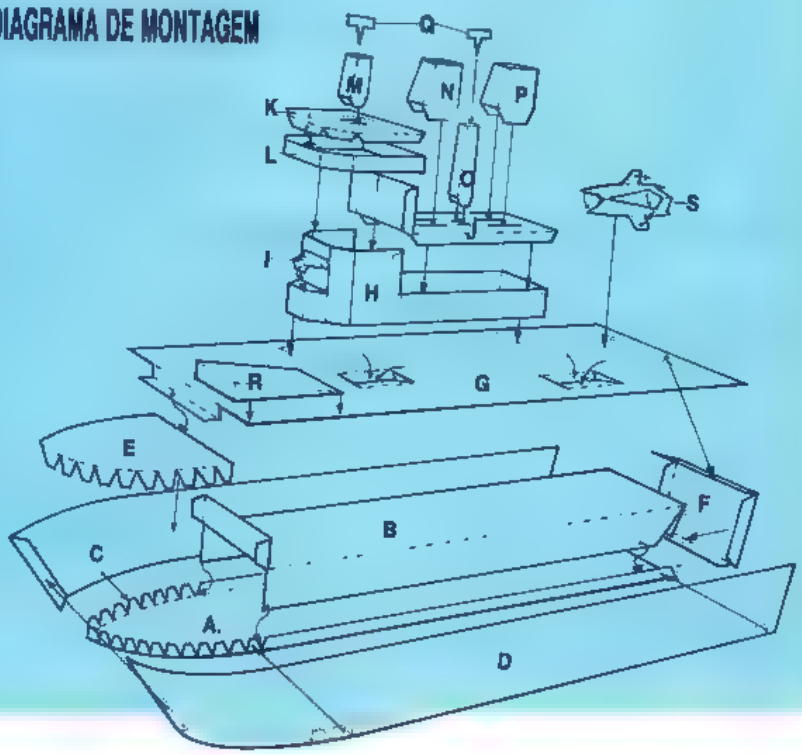
Acabamento

1. Recorte os dois **Q** e encaixe as bordas pontudas nas fendas das torres **M** e **O**.

2. Recorte **R**. Dobre e cole para formar a rampa. Enfie as orelhas para baixo e cole na posição indicada pelas linhas pontilhadas no convés de vôo.

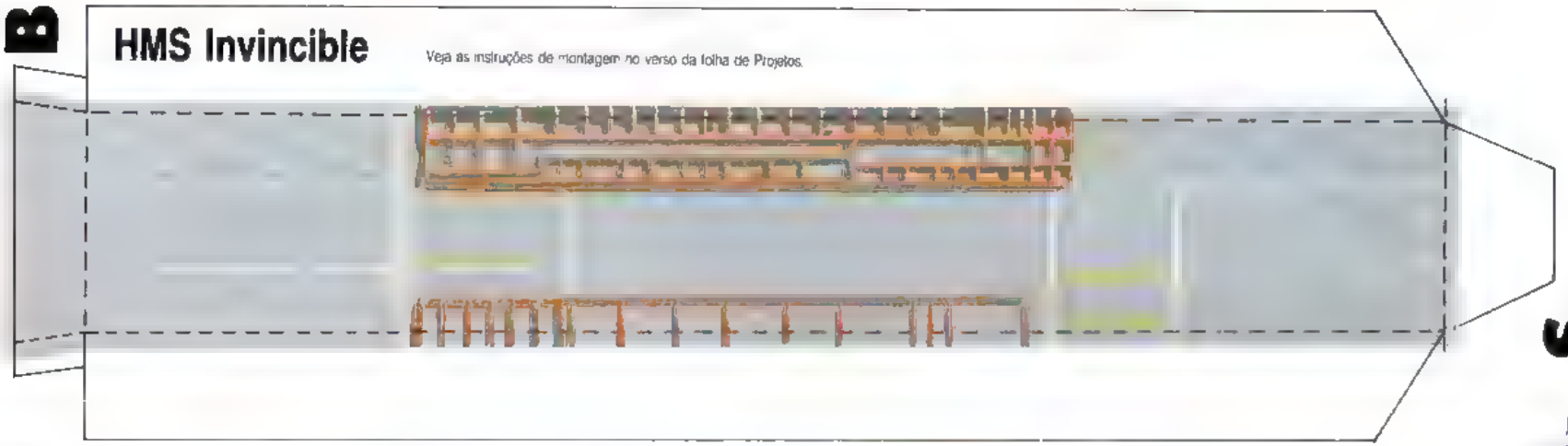
3. Recorte os quatro **S**. Recorte a seção central, dobre ao meio o jato e cole as duas partes uma contra a outra. Aplique um pouco de cola na ponta das asas e coloque os jatos no convés de vôo.

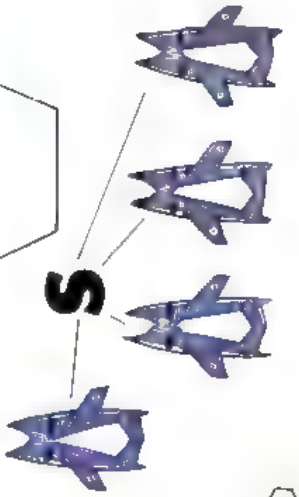
DIAGRAMA DE MONTAGEM

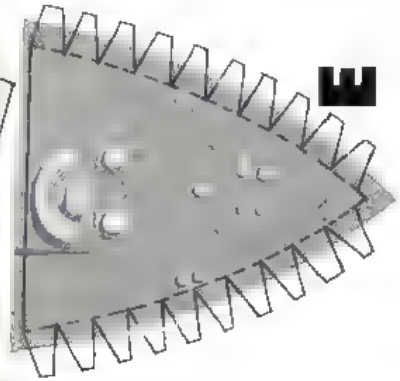


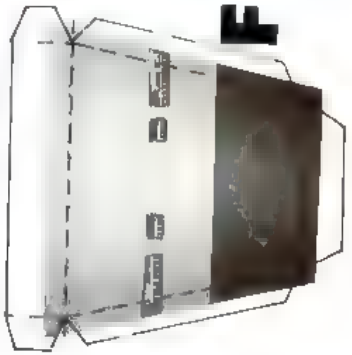
HMS Invincible

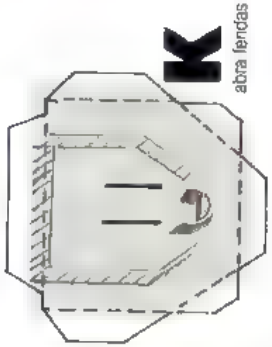
Veja as instruções de montagem no verso da folha de Projetos.

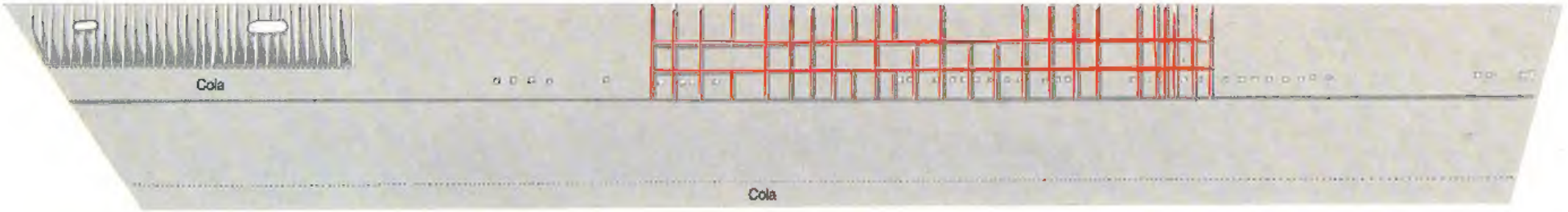




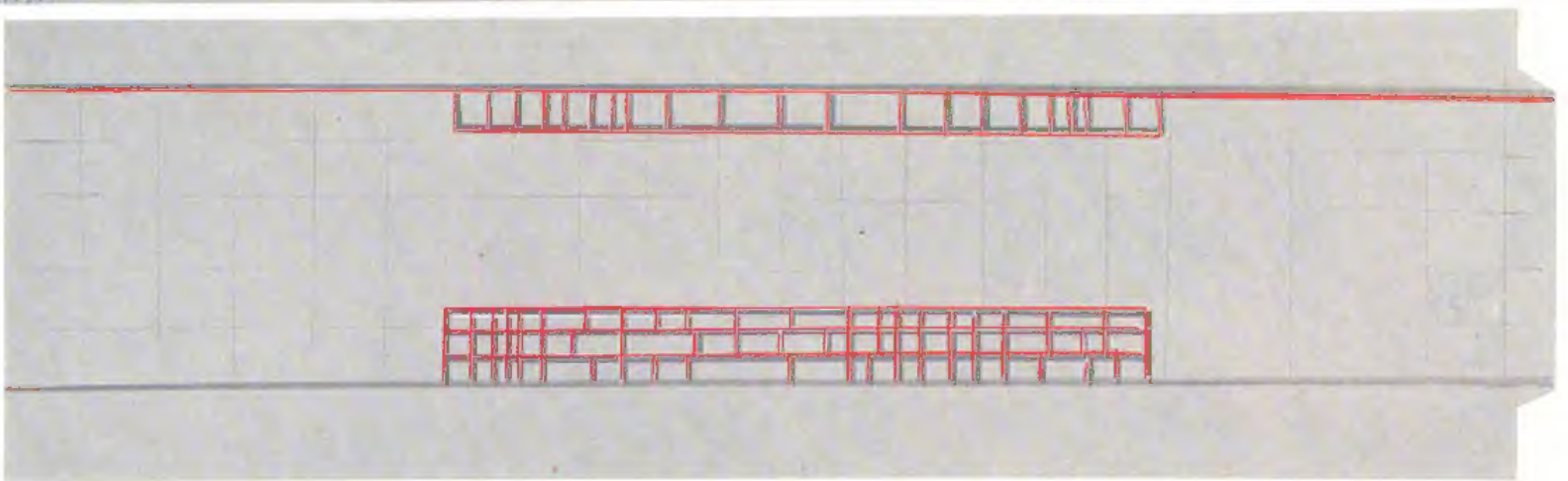


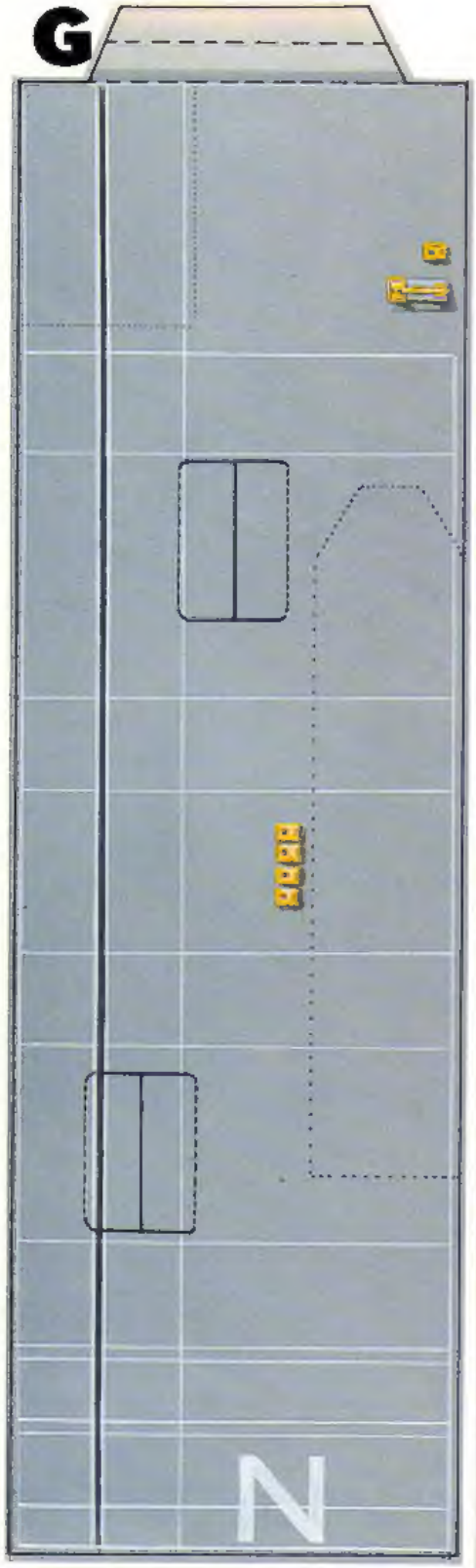


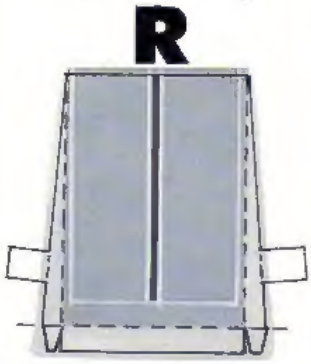


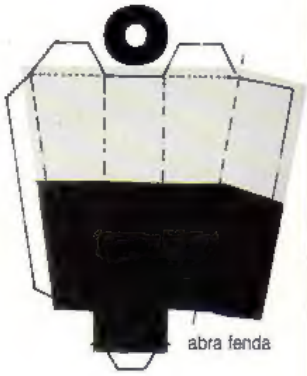

Cola
Cola

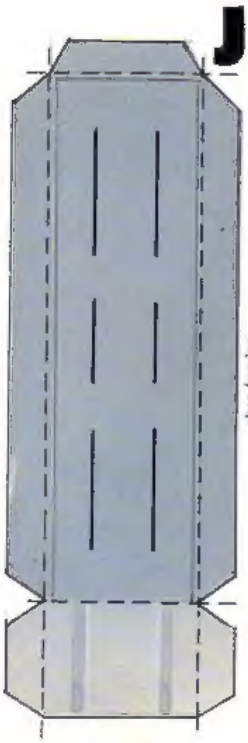
Cola
Cola











© Marshall Cavendish Ltd. 1989

A FERA DOS MARES

PERFIL

O GRANDE TUBARÃO-BRANCO

Carcharodon carcharias

Habitat Todos os mares tropicais, subtropicais e quentes. Evita águas mais frias.

Tamanho Máximo: 8 m. Médio: 3,5 m.

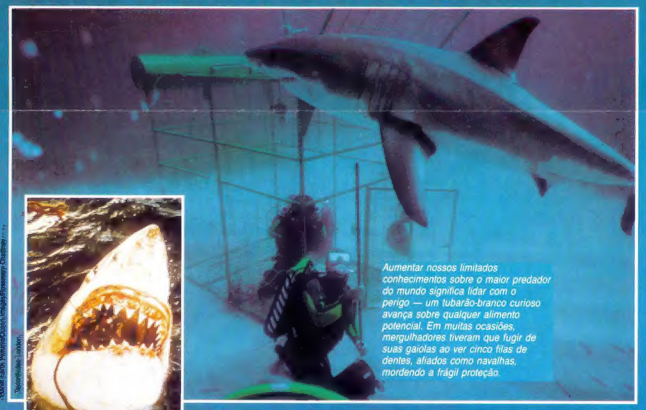
Coloração Marrom-ardósia ou cinza no dorso, branco no ventre.

Tempo de vida Entre 25 e cem anos — salvo em caso de acidentes!

Força da mordida A mordida de um tubarão-branco de 2 metros foi avaliada em 3 toneladas por centímetro quadrado. (A mais forte mordida de um ser humano não passa de 115 kg/cm².)

Velocidade Média de cruzeiro: cerca de 3,2 km/h. Máxima: 35 km/h.

Dieta Carnívoro. Come a maior parte dos animais marinhos, incluindo polvos, pequenas baleias, golfinhos, focas e leões-marinhos. A acidez de seu estômago pode corroer o aço!



Robert Estall, Pictures/Ocean Images/Rosemary Dunstan

Shamrokhan Jokhoo

Aumentar nossos limitados conhecimentos sobre o maior predador do mundo significa lidar com o perigo — um tubarão-branco curioso avança sobre qualquer alimento potencial. Em muitas ocasiões, mergulhadores tiveram que fugir de suas gaiolas ao ver cinco filas de dentes, afiados como navalhas, mordendo a frágil proteção.

ANATOMIA DE UM MATADOR

ESTRUTURA MUSCULAR

Alguns dos músculos usados para nadar, chamados "músculos escuros", são mais quentes que os demais. Como músculos quentes são mais eficientes que músculos frios, o tubarão pode nadar a altas velocidades durante longos períodos.

VALVA ESPIRAL

Parte do intestino. Seu formato espiralado ajuda o tubarão a absorver muito alimento num espaço bem pequeno.

FÍGADO

O fígado é especialmente oleoso, ajudando na flutuação do tubarão (o óleo é mais leve que a água), e também muito grande — representa uma quarta parte do peso total do corpo.

ÓRGÃO DE CLASPER

Situado entre as nadadeiras ventrais dos machos, esse apêndice transferirá esperma para o canal reprodutor das fêmeas.

ESTRUTURA DA PELE

Todo o corpo do tubarão é coberto por uma couraça de escamas afiadas, chamadas denticulos dérmicos.

SENSORES

O tubarão conta com pequenas cavidades perto do nariz capazes de detectar os campos elétricos gerados por seres vivos. Elas trabalham em conjunto com uma série de outros sensores, que se situam ao longo do corpo, sob a pele da espinha dorsal, e que são sensíveis a vibrações na água. Usando os sensores da cabeça e do corpo, o tubarão descobre o tamanho da presa e a que distância está em relação a ela.

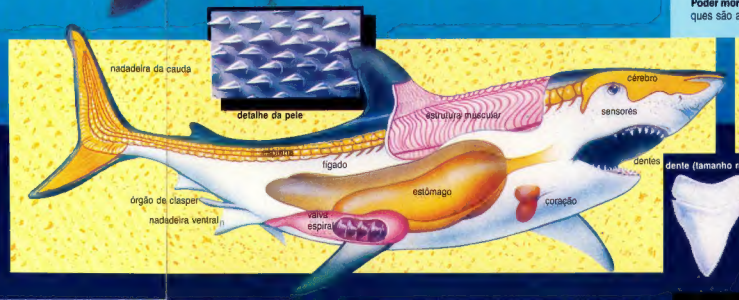
OLHOS

A visão é geralmente boa até cerca de 15 metros. Para além disso, o tubarão consegue identificar formas se movendo, mas não enxerga seus detalhes. Quando ele está nadando em águas muito claras, uma proteção escura se fecha no interior dos olhos, já que eles não têm a defesa externa de pálpebras.

ESQUELETO

Tubarões não têm ossos — seu esqueleto é de tecido cartilaginoso. Compensando sua flexibilidade natural, a cartilagem é coberta por uma camada de cálcio, o mesmo material que torna rígidos os ossos e os dentes do homem.

© Marshall Cavendish Ltd. 1989



OUTROS MATADORES

TUBARÃO-TIGRE

Taylor/Ardea London

Galeocerdo cuvier

Habitat Mares quentes de todo o planeta; todas as profundidades; perto e longe das costas.

Tamanho Máximo: 7,5 m. Médio: 3,4 m.

Coloração Faixas cinza e pretas.

Dieta Onívoro (come de tudo): outros tubarões, tartarugas, golfinhos, leões-marinhos, medusas e detritos. Pode vomitar quando deseja, e pode armazenar alimento em seu estômago, sem digerí-lo.

Poder mortal Acredita-se que seja tão mortífero quanto o grande tubarão-branco.

TUBARÃO-CACHORRO

Kenneth W. Fink/Ardea London

Carcarhinus leucas

Habitat Águas litorâneas rasas; rios e baías; proximidades de portos.

Dieta Tubarões, arraias, seus próprios filhotes.

Poder mortal Perigoso, mas iludo. Muitos ataques são atribuídos a tubarões-brancos.

CÉREBRO

Até dois terços do cérebro dedicam-se ao sentido do olfato. (O nariz pode detectar minúsculas quantidades de produtos químicos no mar.) O cérebro é grande: cerca de 15 centímetros, num tubarão de 2 metros.

DENTES

O tubarão tem até cinco fileiras de dentes pontiagudos, com bordas serrilhadas. Mas eles são frágeis e frequentemente se soltam. Quando um dente velho cai, um novo move-se para a frente e o substitui. Os dentes superiores são usados de modos diferentes. Os pontudos inferiores prendem a caça; em seguida, os superiores cortam pedaços do alimento.

dente (tamanho real)

Descobrir

NESTE PACOTE

O TEMÍVEL ATAQUE DO TUBARÃO-BRANCO
GUERRA NO MAR: O PODER DOS MÍSSEIS
COMO NASCERAM OS OCEANOS
JAZIDAS MINERAIS NO FUNDO DO MAR
O INCRÍVEL TRABALHO DOS MERGULHADORES PROFISSIONAIS
ANATOMIA DE UM FURACÃO

POSTER GIGANTE:
O TUBARÃO-BRANCO

MODELO PARA ARMAR:
PORTA-AVIÕES *INVINCIBLE*

PROJETOS:
- CONSTRUA UM PERISCÓPIO
- TESTE DE PRESSÃO DE MERGULHO
- EXPERIÊNCIA DE FLUTUAÇÃO

NO PRÓXIMO PACOTE

O HOMEM NO ESPAÇO

Armas no espaço: a Guerra nas Estrelas
O homem prepara-se para viajar a Marte
As missões do ônibus espacial
A Terra e seu lugar na Via-Láctea
A exploração da Lua
Satélites, nossos olhos no espaço

MODELO PARA ARMAR:
NA TRILHA DAS ESTRELAS

TRÊS PROJETOS:
- FOGUETE DE ÁGUA
- FOGUETE ALADO
- EXPERIÊNCIA: ROTAÇÃO DA TERRA

POSTER GIGANTE
O ÔNIBUS ESPACIAL

© Marshall Cavendish Ltd. 1989